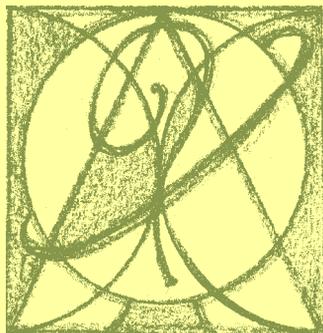




Area PPPS
Coordinamento Regionale ARPA
VIA-VAS



SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELLO SVILUPPO

TECNICHE E PROCEDURE
DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE





Area PPPS
Coordinamento Regionale ARPA
VIA-VAS

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELLO SVILUPPO

TECNICHE E PROCEDURE
DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Autori dell'opera:

Alberto Maffiotti, Laura Antonelli,
Silvia Boeris Frusca, Francesca Cattai,
Giovanni Chiaretta, Luciano Crua,
Caterina De Bellis, Gianmario Nava,
Matteo Pagni, Enrico Rivella
Settore VIA e VAS Sede Centrale ARPA Piemonte

Foto: Alberto Maffiotti ©

Collaborano ai progetti connessi alla Valutazione Ambientale:

- Gruppo di Lavoro Interdipartimentale ARPA Piemonte VIA e VAS:

Maurizio Battezzatore (Dip. CN), Lara Berta (Dip. CN), Paolo Bisoglio (Dip. Alessandria) Mauro DAVIS (Dip. Vc), Luciana Fracchia (Dip. AI), Raffaella Gabutti (Dip. No), Anna Gaffodio (Dip. To), Giorgio Giacchino (Sub Dip. Ivrea), Gabriella Porta (Dip. Bi), Filippo Ricchieri (Sub Dip. Grugliasco), Daniela Righetti (Dip. No), Elio Sesia (Dip. Asti), Mauro Spanò (Dip. VCO)

- Gruppo di Lavoro "Progetto VAS Biotopi":

Giorgio Amprimo (Sub Dip. Grugliasco), Pierangela Angelini (Dip. VCO), Alessandro Boano (Dip. At), Claudio Bonadio (Sub Dip. Grugliasco), Meri Bosco (Dip. Vc), Simona Caddeo (Dip. Cn), Lara Castino (Dip. At), Mariuccia Cirio (Dip. At), Franca Coppo (Dip. Vc), Daniela Fantone (Dip. To), Sergio Ferrari (Dip. AI), Pierluigi Fogliati (Sub. Dip. Ivrea), Bona Griselli (Sub. Dip. Ivrea), Matteo Massara (Dip. Bi), Angelo Morisi (Dip. Cn), Claudia Occelli (Dip. To), Alessandra Penna (Dip. To), Anna Vignola (Dip. To)

Hanno inoltre dato il loro contributo specifico:

- Per Le curve di Qualità Ambientale:

M. Grosa, E. Cadum, F. Lollobrigida, J. Fogola, E. Sesia

- Per il Progetto NRDS:

A. Gaffodio, F. Ricchieri, L. Seren Tha, G. Ferrero, L. Corio, L. Lorenzoni, S. Nodelli, M. Saina e M. Tesoro

- Per il Progetto VAS Biotopi:

A. Boano, M. Bosco, M. Cirio, L. Castrino, M. Isaia

Per la disponibilità e l'assistenza nella realizzazione si ringraziano:

P. Rampa, W. Vescovi, G. Badino, F. Bona (Università di Torino Dip. Biologia Animale), P. Molina, G. Gamba (Prov. To), L. Bobbio, M. F. Norese, M. Bonjean (Master Corep - Politecnico di Torino) e Associazione Avventura Urbana

© 2002 ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico

Via della Rocca, 49 - 10124 Torino - tel. 011 8153222 fax 011 8153253

www.arpa.piemonte.it e-mail: cedap@arpa.piemonte.it

ISBN 88-7479-004X



Stampato su carta riciclata sbiancata senza cloro.

Ideazione, impaginazione e stampa:

Gruppo ALZANI - Dall'idea alla stampa - PINEROLO (TO)

Informazioni legali: l'ARPA Piemonte o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo documento.

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Indice

PREMESSA	5
PARTE I	
Sostenibilità ambientale dello sviluppo	7
1.1 I presupposti ed i problemi della sostenibilità ambientale	8
PARTE II	
Procedure di valutazione ambientale e strumenti di gestione ecocompatibili	25
2.1 Introduzione	26
PARTE III	
Componenti ambientali	89
3.1 Organizzazione dell'informazione ambientale	90
3.2 Atmosfera	100
3.3 Ambiente idrico	115
3.4 Litosfera - Suolo e sottosuolo	130
3.5 Vegetazione e Flora	146
3.6 Fauna	157
3.7 Ecosistemi	172
3.8 Paesaggio	183
3.9 Clima Fisico - Rumore e vibrazioni	190
3.10 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	199
3.11 Salute pubblica	207
PARTE IV	
Metodi per le valutazioni ambientali	215
4.1 La procedura analitica e valutativa	216
4.2 Sistemi Esperti	244
PARTE V	
Applicazioni	257
5.1 Introduzione	258

5.2 Valutazione comparata tra siti potenzialmente idonei per la localizzazione di impianti di smaltimento rifiuti: aspetti di qualità e di carico del territorio della provincia di Torino.....	259
5.3 Sistema di valutazione integrata della qualità ambientale in ambienti naturali e seminaturali.....	295
ALLEGATI	316
PARTE VI	
Proposte ARPA per la stesura di linee guida in materia di valutazione di incidenza ecologica.....	323
6.1 Proposte ARPA per la stesura di linee guida in materia di valutazione di incidenza e ecologica.....	324
BIBLIOGRAFIA	355

PREMESSA

“Sostenibilita’ ambientale dello sviluppo” tecniche e procedure di valutazione della qualita’ e dell’impatto sull’ ambiente

Il dibattito attualmente in corso, a livello mondiale, sul principio di Sviluppo Sostenibile e della Sostenibilità Ambientale necessita, nel contesto del Sistema delle Agenzie, di chiarezza ed approfondimento per quanto concerne la definizione dei metodi e delle procedure di valutazione utilizzate, in particolare per quanto riguarda la valutazione delle componenti naturali, biotiche ed abiotiche.

Il concetto di sostenibilità ambientale, applicato ad una realtà dinamica come è quella dei sistemi naturali e delle sue interazioni con il sistema economico, risulta ancor oggi poco esplorato

L’obiettivo principale del testo , oltre a voler contribuire al dibattito circa lo Sviluppo Sostenibile attraverso l’applicazione nella pratica di metodi, qualitativi e quantitativi, propri dell’ecologia applicata, illustra le potenzialità della valutazione ambientale come strumento previsionale per la gestione del territorio.

Il testo, dopo una introduzione inerente i concetti di sostenibilità, di capacità di carico e di valutazione della qualità ambientale , prende in esame, dal punto di vista normativo e tecnico, le principali procedure nelle quali “l’analista” della qualità ambientale” gioca un ruolo chiave, ovvero: la Valutazione d’Impatto Ambientale (VIA), la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) e la Valutazione d’Impatto ecologico (VIEc) o di Incidenza.

Il testo è frutto di una attenta analisi compiuta nell’ambito delle strutture dell’ARPA Piemonte che dal 1999 ha creato un gruppo interdisciplinare di tecnici coinvolti nelle principali tematiche dell’Agenzia: dalla Valutazione della qualità Ambientale alla valutazione della qualità del territorio.

Walter Vescovi
Direttore Generale ARPA Piemonte



PARTE I

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELLO SVILUPPO

*Alberto Maffiotti, Laura Antonelli, Silvia Boeris Frusca,
Francesca Cattai, Caterina De Bellis.*

1.1 I PRESUPPOSTI ED I PROBLEMI DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

1.1.1 Introduzione

L'esigenza di nuove forme di progettazione sempre più rivolte ad una maggiore sostenibilità è oggi ampiamente condivisa dalla comunità scientifica internazionale al punto che la ricerca di nuovi equilibri ecologici, basati sulla modifica dei modelli di consumo e di produ-



zione in un ambito di ecoefficienza, è diventata uno dei temi di più generale interesse. Nonostante ciò la capacità predittiva degli effetti ambientali e la loro quantificazione rappresentano ancora uno dei quesiti chiave attorno a cui si sviluppa il dibattito sulla Sostenibilità Ambientale (Sandler & Jacobs 1989).

Fino a quando ci sarà disponibilità di combustibili fossili? Qual è il livello massimo sostenibile di emissioni di CO₂ nell'atmosfera? Qual è il reale tasso di riduzione della biodiversità? Troppe e talvolta contrastanti sono le risposte a questi quesiti. La maggior parte degli studiosi riconosce che gli effetti generati sul sistema ambientale dalle diverse attività antropiche risultano essere del medesimo livello di intensità dei processi naturali nel determinare cambiamenti ambientali sulla Terra. Gli esempi più noti ed evidenti di tali variazioni sono sicuramente la perdita della biodiversità ed i cambiamenti climatici (in particolare il riscaldamento medio complessivo del pianeta, la variazione del regime pluviometrico e la diminuzione dello strato di ozono stratosferico) (fig. 1.1). *"Ciò che si prospetta all'orizzonte, forse con troppo catastrofismo, è un futuro di incessanti uragani ed alluvioni, di regioni costiere densamente popolate completamente inondate, di terreni fertili divenuti sterili, di emigrazioni di massa per cause ambientali, di conflitti e guerre per contendersi l'acqua ed altre preziose risorse naturali"* (K. Annan).

Sulla base di questi presupposti ancora non completamente definiti risulta difficile poter prevedere e programmare una qualsiasi politica di azione ambientale efficace nonostante questo aspetto risulti fondamentale per il conseguimento di nuovi equilibri ecologici.

L'esigenza di programmare lo sviluppo umano secondo i principi della Sostenibilità Ambientale è emersa solamente negli ultimi decenni, a partire dal momento in cui è stata riconosciuta l'impossibilità di generalizzare "tout court" gli schemi e i bisogni attuali di sviluppo economico dei paesi più progrediti ad altri paesi in condizioni di sviluppo più arretrate. A parere dell'OECD infatti, gli attuali livelli di consumo pro capite delle risorse naturali nei paesi più sviluppati, non possono realisticamente essere estesi a tutta la popolazione mondiale, né tanto meno alle generazioni future, senza che questo avvenga con un depauperamento delle risorse stesse sulle quali, per altro, si basa lo sviluppo economico futuro. Ogni abitante del mondo economicamente più progredito consuma infatti decine di volte le risorse consumate da uno di un paese povero. D'altra parte la popolazione del pianeta continua ad aumentare, anche se si manifestano indizi di rallentamento di tale espansione in numerosi paesi sviluppati, come ad esempio in Italia dove la crescita demografica ha subito un forte arresto negli ultimi anni.

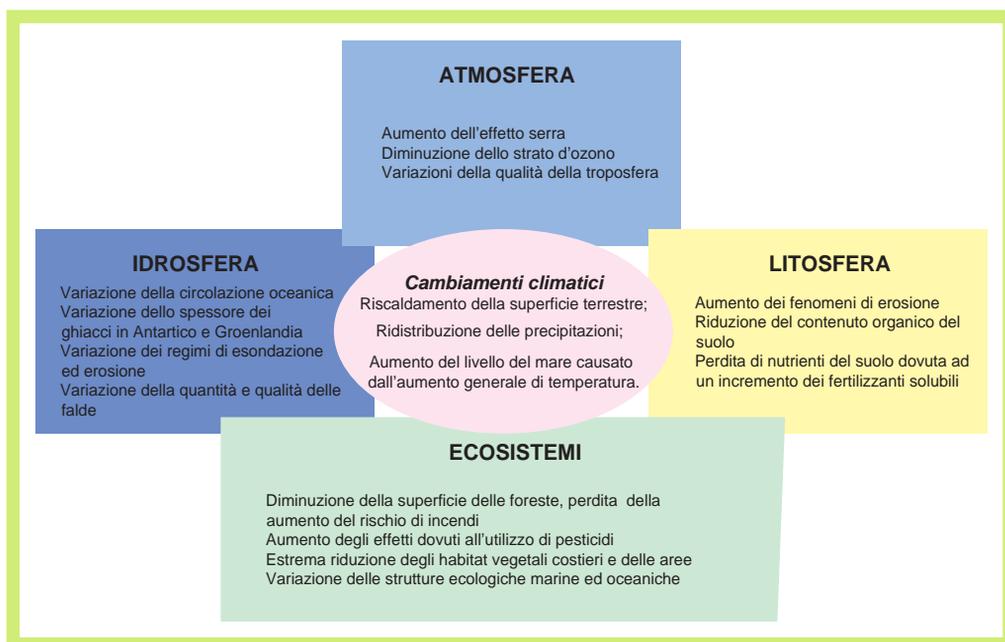


fig. 1.1 - Principali effetti dei cambiamenti climatici

Secondo i principi chiave dello sviluppo sostenibile l'equilibrio, l'autosufficienza e l'organizzazione degli ecosistemi devono poter coesistere con i moderni processi antropici agricoli ed industriali, i quali, generatori continui di nuova entropia e consumatori di risorse naturali, si trovano in condizioni di squilibrio permanente; sfortuna-

tamente i sistemi economici vengono spesso valutati tramite l'analisi di indicatori aggregati (es. P.I.L.) che tengono conto solo di alcuni elementi della realtà economica e sociale, mentre la tutela delle risorse richiederebbe l'inserimento a tale livello di specifici indici ambientali. In questo evidente contrasto si annida il maggior problema per il conseguimento della sostenibilità ambientale dello sviluppo futuro e delle conseguenze economiche, ambientali e sociali attorno alle quali, dall'incontro di Rio (1992) ad oggi, le politiche ambientali si sono mosse.

A dieci anni dalla Conferenza di Rio infatti, come ribadito anche al recente Summit di Johannesburg, sono avvenuti ben pochi cambiamenti ed oggi ci troviamo, forse più consapevolmente, di fronte alle medesime previsioni catastrofiche che non sono mai state sufficienti ad ispirare i popoli a cambiare le loro politiche e il loro modo di comportarsi.

La Comunità Europea, attenta a queste problematiche, ha inserito nel suo VI Piano d'Azione quattro grandi aree tematiche prioritarie per la riduzione della pressione ambientale e per il conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile:

- Cambiamenti climatici e protezione della fascia dell'ozono.
- Protezione e valorizzazione sostenibile della Natura e della Biodiversità.
- Qualità dell'Ambiente e qualità della vita negli ambienti urbani e nel territorio.
- Gestione sostenibile delle risorse naturali.

Anche la Valutazione di Impatto Ambientale contribuisce a perseguire tali obiettivi attraverso l'adozione, fin dalle prime fasi della procedura, dei principi della sostenibilità ambientale, come verrà esposto nei paragrafi seguenti.



1.1.2 I principi base della Sostenibilità

Esistono molte definizioni di "Sostenibilità" e di "Sviluppo Sostenibile" tra le quali la più nota è stata formulata nel 1987 dalla Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (WCED), che definì lo "Sviluppo Sostenibile" come "lo sviluppo che soddisfa i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la capacità delle future di soddisfare i loro bisogni". (Rapporto Brundtland, 1987)

La prima parte della definizione proposta dal WCED (la soddisfazione dei bisogni della generazione attuale) include in modo indissociabile sia esigenze di sviluppo economico (la produzione e la distribuzione di ricchezze, le opportunità di lavoro) che esigenze di ordine sociale, culturale, politico (da quelle relative all'abitazione e ai servizi, sino a quelle riguardanti l'istruzione e la partecipazione democratica). Al tempo stesso, la seconda parte della definizione (la garanzia della possibilità di soddisfare i bisogni delle generazioni future) comporta l'avvio di interventi per la riduzione del consumo di risorse non rinnovabili e per la loro sostituzione con risorse riproducibili, come pure per il controllo dell'inquinamento. Ne deriva quindi che lo "Sviluppo Sostenibile" non è semplicemente protezione ambientale ma è un modo diverso di pensare la vita e la politica in un contesto di crescita economica durevole in armonia con la natura e di eguaglianza tra gli uomini.

La definizione dello sviluppo sostenibile in questi termini è una conquista reale del pensiero umano di fine millennio che mira sempre di più alla qualità della vita in una prospettiva di ambiente "pulito" e salubre. In realtà non si può considerare lo sviluppo sostenibile come "un'idea nuova" in quanto nella storia altre culture, anche a noi vicine, hanno ben compreso la necessità di attuare l'armonia tra ambiente, società ed economia. Ciò che risulta innovativo, nell'attuale fase di programmazione, è il tentativo di formulare questa idea in un contesto globale di società industriali, post-industriali e di continenti in via di sviluppo, nella consapevolezza, per lo meno di una cospicua parte degli scienziati e degli economisti, della tendenza all'esaurimento delle risorse primarie del pianeta.

I principi base dello Sviluppo Sostenibile sono stati definiti dal Rapporto Brundtland come:

- Il **Principio di "Equità intergenerazionale, tra popoli e tra classi sociali"**, che assicura la giusta ripartizione degli oneri e dei benefici di ogni politica ed in ogni settore nel tempo e nello spazio, affermando il principio che l'ambiente appartiene a tutti e tutti devono poter godere equamente delle sue risorse per una migliore qualità della vita.
- Il **Principio "Precauzionale"**, il quale stabilisce che per ogni attività o nuovo processo che metta a rischio l'ambiente o la salute devono essere assunte misure opportune di tipo preventivo, proattive e condivise, anche quando le relazioni causa-effetto non sono completamente chiarite dal punto di vista scientifico.

- Il **Principio di "Sussidiarietà"**, che propone la cooperazione di tutte le strutture autorizzative e di governo in favore della sopravvivenza sociale ed ecologica e della difesa dei diritti umani e della salute. Esso impegna gli Stati a cooperare nella promozione dello Sviluppo Sostenibile e nell'interesse dei singoli Stati e dell'intera comunità internazionale, secondo l'approccio della "responsabilità" comune ma differenziata .

Questi principi nascono da alcune riflessioni in merito ai modelli di produzione e consumo umani di questi ultimi decenni. Per favorire la crescita, infatti, il sistema economico mondiale ha avuto come obiettivo principale la minimizzazione del costo delle risorse primarie, spingendo le imprese ad un eccessivo prelievo delle stesse; tale situazione ha generato alterazioni profonde nei flussi materiali propri del metabolismo degli ecosistemi, riducendo gradualmente i margini di rinnovabilità delle risorse e determinando effetti negativi sulla salute dell'uomo e sull'economia stessa.



Per motivazioni ambientali ed economiche appare dunque essenziale puntare ad una riduzione consistente del prelievo di risorse, associata all'adozione di sistemi di sfruttamento più efficienti, e ad un contenimento degli inquinanti che le attività umane immettono nell'ambiente.

1.1.3 Le principali tappe dello sviluppo sostenibile

Tra le numerose "tappe" che hanno sancito l'affermarsi di questo principio, se ne ricordano solo alcune, considerate particolarmente significative:

- **1972**, *Conferenza di Stoccolma "Sull'ambiente umano"*, che diede vita al programma ambientale delle nazioni unite (UNEP), sancendo il diritto di tutti alla libertà, all'uguaglianza e ad adeguate condizioni di vita e il principio che le risorse naturali devono essere protette, preservate e opportunamente razionalizzate per il beneficio delle generazioni future (ecosviluppo);

- **1980**, *Strategia Mondiale per la Conservazione – WCS*, i cui obiettivi sono la conservazione della diversità genetica e l'utilizzo "sostenibile" delle specie e degli ecosistemi, ovvero uno sfruttamento delle risorse naturali che non superi la capacità di rigenerazione delle stesse;
- **1987**, *Rapporto della Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (WCED)*, "Our Common Future". Noto con il nome del presidente Brundtland, la norvegese Gro Harlem Brundtland, questo rapporto afferma che "lo sviluppo per essere sostenibile deve rispondere alle necessità del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie";
- **1992**, *Summit della Terra (UNCED)* a Rio de Janeiro che ha prodotto cinque Convenzioni Globali, di indirizzo etico-politico, ma prive di obblighi giuridici, per l'attuazione su scala mondiale dello Sviluppo Sostenibile:
 - *Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo*, che in 27 punti definisce diritti e responsabilità delle nazioni nei riguardi dello sviluppo e del benessere dei popoli.
 - *Agenda 21* o "Programma per il XXI secolo", che rappresenta lo strumento di applicazione della Dichiarazione di Rio, con l'obiettivo dello Sviluppo Sostenibile, in una prospettiva di perseguimento della qualità dell'ambiente e dello sviluppo per tutti i popoli del mondo.
 - *Dichiarazione dei principi sulle foreste*, che sancisce il diritto sovrano inalienabile degli Stati di utilizzare le foreste secondo le proprie necessità, senza però ledere i principi di conservazione e sviluppo delle stesse.
 - *Convenzione quadro sui cambiamenti climatici*, in cui si sono definiti i rischi connessi con i cambiamenti climatici.
 - *Convenzione sulla diversità biologica*, con l'obiettivo di tutelare le specie nei loro habitat naturali e riabilitare quelle in via di estinzione.
- **1996**, *2ª Conferenza Europea sulle Città sostenibili* a Lisbona. Le città europee si impegnano ad attuare l'Agenda 21 a livello locale e riconoscono le proprie responsabilità nella regolamentazione della vita sociale, viene approvato il Piano d'Azione di Lisbona "dalla Carta all'Azione"; *2ª Conferenza delle nazioni Unite sugli Insedimenti Umani "Habitat II"* a Istanbul. Viene rilanciata l'Agenda 21 come procedimento per la programmazione delle politiche e la pianificazione del territorio.
- **2000**, *3ª Conferenza Europea sulle Città sostenibili* ad Hannover, durante la quale 250 autorità locali di 36 Paesi europei e delle regioni confinanti si sono riunite per valutare i risultati conseguiti e per concordare una linea d'azione comune alle soglie del 21° secolo. La Sessione speciale dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha adottato la Dichiarazione del Millennio, che nelle sezioni terza e quarta definisce gli obiettivi internazionali di sviluppo che la comunità internazionale deve perseguire. A seguito di tale Dichiarazione, nel corso della primavera e dell'estate 2001, il Comitato OCSE per gli aiuti allo sviluppo (DAC), il

Segretariato delle Nazioni Unite, la Banca Mondiale e il Fondo Monetario Internazionale hanno messo a punto gli obiettivi internazionali di sviluppo:

- riduzione del 50%, tra il 1990 e il 2015, delle persone che vivono in condizioni di estrema povertà (cioè con meno di 1 dollaro Usa al giorno);
 - frequenza della scuola primaria da parte del 100% dei bambini entro il 2015;
 - pari partecipazione delle bambine all'educazione primaria e secondaria entro il 2005;
 - riduzione tra il 1990 e il 2015 di due terzi della mortalità infantile (bambini con meno di cinque anni);
 - riduzione tra il 1990 e il 2015 di tre quarti della mortalità materna;
 - riduzione entro il 2015 del 50% della diffusione dell'Aids, della malaria e delle altre malattie infettive;
 - adozione, entro il 2005, da parte di ogni paese di una strategia per lo sviluppo sostenibile per ribaltare, entro il 2015, la tendenza alla perdita di risorse ambientali;
 - sviluppo di una partnership globale per lo sviluppo tra i paesi donatori e quelli beneficiari attraverso un sistema finanziario e di scambi commerciali aperto e non discriminatorio.
- **2001**, *VI Piano d'Azione Ambientale 2002/2010 dell'UE "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta"*, nel quale vengono individuati gli obiettivi generali da perseguire e le azioni prioritarie della futura politica ambientale dell'Unione Europea per i dieci anni seguenti il 2001. Sono quattro le aree di azione prioritarie indicate:
 - Cambiamento climatico "...stabilizzare la concentrazione atmosferica di gas serra ad un livello che non causi variazioni innaturali del clima terrestre..."
 - Natura e Biodiversità "Proteggere e, ove necessario, risanare il funzionamento dei sistemi naturali ed arrestare la perdita di biodiversità sia nell'UE che su scala mondiale."
 - Ambiente e Salute "Ottenere una qualità dell'ambiente tale che i livelli di contaminanti di origine antropica, compresi i diversi tipi di radiazioni, non diano adito a conseguenze o a rischi significativi per la salute umana."
 - Uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti "Garantire che il consumo di risorse rinnovabili e non rinnovabili e l'impatto che esso comporta non superino la capacità di carico dell'ambiente e dissociare l'utilizzo delle risorse dalla crescita economica migliorando sensibilmente l'efficienza delle risorse, dematerializzando l'economia e prevenendo la produzione di rifiuti."
 - **Settembre 2002**, *Vertice Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile, Johannesburg*. Il piano di attuazione approvato dalle Nazioni partecipanti al Vertice conferma in primo luogo l'approccio precauzionale adottato dalla Conferenza di Rio, nonché il principio sulle Responsabilità comuni ma differenziate tra Paesi industrializzati e Paesi in via di sviluppo. All'interno del Piano viene definito un modello sostenibile di produzione e consumo, basato sulle seguenti iniziative:

- promuovere lo sviluppo di programmi quadro decennali per la realizzazione di iniziative finalizzate alla modificazione dei modelli di consumo e di produzione non sostenibili;
- individuare politiche, misure e meccanismi finanziari per sostenere i modelli di consumo e produzione sostenibili;
- promuovere e diffondere procedure di valutazione di impatto ambientale e di “ciclo di vita” dei prodotti, anche al fine di incentivare quelli più favorevoli per l’ambiente.

Tra le politiche di maggior interesse in materia ambientale sono stati concordati i seguenti obiettivi, impegni e scadenze:

- adozione delle strategie nazionali per l’attuazione dell’Agenda 21, entro il 2005;
- dimezzamento entro il 2015 del numero di persone che non hanno accesso all’acqua potabile e purificata e contemporaneamente adottare entro il 2005 i piani per la gestione integrata ed efficiente delle risorse idriche;
- impegno per l’entrata in vigore, entro il 2004, della Convenzione delle Nazioni Unite per l’eliminazione delle sostanze organiche persistenti (POPs) con particolare attenzione ai pesticidi per perseguire l’obiettivo di eliminare le produzioni e gli usi delle altre sostanze chimiche pericolose per l’ambiente e per la salute entro il 2020 (minimizzare gli impatti);
- riduzione significativa della perdita di biodiversità entro il 2010;
- promozione della applicazione dell’“approccio ecosistemico” volto alla protezione della biodiversità marina; avviare dal 2004 una regolare attività di monitoraggio e valutazione dello stato dell’ambiente marino;
- aumento significativo della quota di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e promozione delle tecnologie a basso impatto ambientale; progressiva eliminazione dei sussidi all’utilizzo dei combustibili fossili che generano effetti negativi sull’ambiente; monitoraggio e coordinamento delle iniziative per la promozione delle fonti rinnovabili;
- Conferma degli obiettivi della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici, e in particolare della stabilizzazione a livelli non pericolosi per l’equilibrio del clima della concentrazione in atmosfera di anidride carbonica e degli altri gas serra; appello ai paesi che non hanno ancora ratificato il Protocollo di Kyoto, per la ratifica in tempi brevi.

In questo quadro generale, l’adozione di obiettivi di sviluppo fondati sul concetto di sostenibilità comporta la necessità di ricollocare gli interessi collettivi da una visione locale e limitata, ad una visione globale e rivolta alle generazioni future. In quest’ottica, per affrontare i problemi che nascono dal rapporto tra esigenze di sviluppo e conservazione dell’ambiente naturale e delle sue risorse, occorre integrare questi due aspetti spesso contraddittori attraverso un approccio interdisciplinare e trasver-



sale. A tal fine, nel corso di questi ultimi anni sono state definite a livello internazionale alcune procedure per la valutazione ambientale la cui applicazione è orientata verso la ricerca e l'adozione di politiche di sviluppo compatibili da un punto di vista ecologico e di salute pubblica.

Attualmente lo sviluppo sostenibile rappresenta un punto importante sul quale si focalizza l'attività delle agende della maggior parte dei governi ma la strada cominciata a Rio nel 1992, è oggi, al termine dell'incontro mondiale di Johannesburg, ben lungi dall'essere giunta ad un traguardo e solo pochi paesi hanno attuato delle politiche capaci di interagire con i principali presupposti dello sviluppo sostenibile: l'ambiente, l'economia e l'equità sociale.

1.1.4 I presupposti ecologici dello sviluppo sostenibile

La Terra è un sistema sostanzialmente chiuso con risorse limitate (definite) che può contare esclusivamente sull'apporto netto dell'energia solare come input illimitato proveniente dall'esterno. Ogni risorsa naturale (quali ad esempio cibo, acqua, legname, minerali, petrolio, gas) presenta disponibilità e capacità di assorbimento dell'ecosistema limitate.

La dimensione ecologica della sostenibilità implica che si lasci intatta la stabilità dei processi interni dell'ecosfera per un periodo di tempo indefinitamente lungo, senza bilanci entropici crescenti.

Molti scienziati prevedono che il deterioramento dell'ambiente possa a breve raggiungere livelli tali per cui si potranno percepire direttamente gli effetti irreversibili a danno dei principali processi naturali e con essi una serie di profondi mutamenti a livello sociale ed economico. A questo riguardo basti pensare cosa rappresenta oggi una risorsa fondamentale come l'acqua per le popolazioni che stanno affrontando i problemi legati alla desertificazione, in contrasto con i paesi sviluppati che invece la considerano un "bene consolidato" da utilizzare senza particolare attenzione al suo risparmio.

Oggi che l'ambiente è profondamente sfruttato il vero fattore limitante per gran parte dello sviluppo economico è costituito dal "capitale naturale", e non più dal capitale prodotto dall'attività umana. Il capitale naturale è definibile come lo stock di risorse disponibili (suolo, atmosfera, acqua, foreste, zone umide, ecc.) che garantiscono un flusso di energia e di massa utilizzato anche nella produzione di beni e di servizi. Questo capitale è stato a lungo considerato illimitato in relazione alla scala dell'utilizzo umano (grandi disponibilità e richieste contenute), ed era dunque ragionevole non "valutare" il consumo delle risorse nella contabilità lorda per il calcolo del reddito economico; al giorno d'oggi è proprio il mantenimento del capitale naturale residuo, e non del solo capitale aggiuntivo prodotto dall'uomo, a rappresentare il fattore limitante nello sviluppo futuro .

La conservazione del capitale naturale deve quindi avvenire applicando i seguenti principi:

- le emissioni devono essere contenute entro la capacità assimilativa dell'ambiente in modo tale da non superare la sua capacità di carico o assimilazione;
- i tassi di sfruttamento delle risorse rinnovabili devono rimanere entro la capacità rigenerativa delle risorse stesse da parte del sistema naturale che le genera.

1.1.5 La capacità predittiva dei modelli di sviluppo

L'individuazione degli effetti ambientali e la loro corretta previsione rappresentano dunque l'aspetto cruciale, ma nello stesso tempo più critico, della sostenibilità ambientale. Quanto sono attendibili oggi le previsioni per il 2050? Qual è il grado di incertezza di queste previsioni? Poche sono le risposte che abbiamo a disposizione anche se i termini del problema sono apparentemente evidenti:

- la popolazione mondiale e le attività umane devono essere commisurati con i processi e con le risorse naturali disponibili;
- ogni alterazione di questo equilibrio dà luogo ad una catena di eventi, più o meno espliciti, che si potranno manifestare attraverso impatti sullo stato ecologico ed ambientale del pianeta.

La crescita economica e demografica ed il bisogno legittimo di nuovi consumi da parte dei paesi poveri che hanno come uniche risorse quelle naturali incrementano di anno in anno. Di contro l'attuale modello di benessere richiede per le generazioni attuali dei paesi sviluppati e per le future aria, acqua e cibi non inquinati, paesaggi non degradati, mare e coste accoglienti, città capaci di contenere e proteggere gli immensi patrimoni di cultura sviluppati nel tempo, ma anche funzionali ed organizzate sulle nuove scale dei bisogni.

I processi alla base del problema dello sviluppo sostenibile possono essere schematizzati mediante il modello concettuale seguente (Ehrlich & Holdren, 1971, modificato):

$$I = P \times Q \times T$$

dove:

I = Impatto

P = Popolazione

Q = Esigenze per il mantenimento degli standard di vita e consumo delle risorse

T = Sviluppo Tecnologico

Sulla base di questo modello, maggiore è il quantitativo di risorse consumate dalla popolazione mondiale ($P \times Q$) e maggiori sono i danni ambientali a parità di efficienza tecnologica (T); lo sviluppo di nuove tecnologie e il conseguente aumento dell'efficienza tecnologica (compresa tra i valori 0 ed 1) può ridurre gli impatti complessivi a parità di utilizzo e consumo delle risorse naturali.

Compatibilmente con tale modello si può prevedere un diverso scenario che vede una piccola percentuale della popolazione mondiale mantenere un elevato stato di qualità della vita garantendosi, per un limitato periodo di tempo, elevati consumi delle risorse mentre la maggioranza della popolazione del pianeta vive ad un livello di sussistenza minimo. Questo scenario si prospetta come una condizione di equilibrio instabile strettamente dipendente da una serie di caratteristiche etico-sociali, oltre che economiche. In un contesto simile i principi alla base dello sviluppo sostenibile richiedono: la stabilizzazione della popolazione (la tendenza è per un raddoppio della popolazione mondiale, 10-12 miliardi di individui al 2050), la riduzione (razionalizzazione e redistribuzione) dei consumi pro capite (oggi circa il 20% della popolazione utilizza l'80% delle risorse), l'aumento dell'efficienza tecnologica attraverso la riduzione del consumo di risorse e l'incremento della capacità di riuso.

In un mondo fortemente interconnesso (globalizzato), l'ambiente e l'economia risultano intimamente correlati, anche perché i processi ecologici di produzione ed assorbimento delle risorse sono ben definiti e non possono che diminuire all'aumentare della domanda (Daly, 1990).

Ciò a causa di alcune "limitazioni" allo sviluppo stesso, ovvero:

- le risorse ambientali sono limitate se confrontate con il potenziale sviluppo dell'economia mondiale;
- i processi naturali, in particolare quelli di produzione e di assorbimento (i processi di fotosintesi e di trasformazione dell'energia solare), non sono "sostituibili" nel breve e medio periodo;

Sulla base delle considerazioni esposte vi sono diversi livelli che possono essere adottati nell'applicazione dei principi dello sviluppo sostenibile:

- la **sostenibilità debole**, che prevede il mantenimento dell'attuale tasso di sviluppo economico e del livello di qualità della vita a scapito del capitale naturale nonostante la continua crescita della popolazione mondiale.
- la **sostenibilità moderata**, che prevede il mantenimento costante del rapporto tra la produzione attuale del capitale economico (creato dall'uomo) e quello del capitale naturale, stabilendo contestualmente un limite massimo al consumo delle risorse non rinnovabili mediante l'applicazione di misure internazionalmente accettate.
- la **sostenibilità forte o assoluta**, che mantiene intatto al livello attuale o sviluppa il capitale naturale, non consentendo l'utilizzo delle risorse non rinnovabili e limitando lo sfruttamento di quelle rinnovabili ai tassi netti di rigenerazione annuale delle risorse stesse.

Uno sviluppo che riguarda il capitale naturale su grande scala si può definire "infrastrutturale", utilizzando un termine attualmente "in voga": interessa infatti l'infrastruttura biofisica dell'intera nicchia umana. Investimenti in una simile "infrastruttura" mantengono la produttività di tutti i precedenti investimenti economici nel capitale creato dall'uomo attraverso la ricostruzione degli stock di capitale naturale che sono divenuti limitanti. Operativamente si rende dunque necessario:

- incoraggiare la crescita del capitale naturale, riducendo contemporaneamente il livello dell'attuale sfruttamento;
- aumentare l'efficienza delle "macchine energivore" attraverso lo sviluppo di nuove tecnologie come il riscaldamento solare, le pompe a vento e le pompe solari.

Evidentemente, per poter rendere operativa una così radicale scelta socio-politica è necessario che i presupposti della Sostenibilità Ambientale non restino patrimonio e prerogativa di pochi eletti, ma siano terreno di condivisione anche critica da parte della comunità scientifica e sociale.



In questa situazione è importante poter giungere alla determinazione a priori dei fabbisogni reali dello sviluppo e della capacità dell'ambiente di rispondere a queste necessità.

Molti sono stati negli ultimi anni i lavori capaci di tenere in considerazione le due differenti esigenze: economia e ambiente. Tra loro gli autori più attivi sono stati gli economisti ambientali, che hanno analizzato lo sviluppo sostenibile in termini di conservazione del capitale economico (Serageldin & Steer 1994), mentre altri, più vicini ai principi ecologici (Robert et al. 1997), hanno definito i livelli di sostenibilità ambientale mediante la valutazione della conservazione dell'energia e della materia attraverso i processi di fotosintesi, delineando così dei confini allo sviluppo.

In quest'ultimo contesto sono state effettuate ulteriori esperienze capaci di definire i massimi valori accettabili per l'ambiente di concentrazione di prodotti di scarico dell'attività umana, stabilendo dei carichi critici fissati in funzione della tipologia di sostanza prodotta, delle caratteristiche chimiche specifiche o delle proprietà di accumulo e biodegradazione delle sostanze, correlati all'utilizzo attuale e futuro (prevedibile) delle risorse naturali. Il massimo flusso di risorse estratte e smaltite da un dato ecosistema può essere definito come la sua capacità di carico (carrying capacity). Purtroppo né la capacità di carico né i carichi critici sono oggi determinabili con precisione. L'azione ambientale deve spesso essere improntata al principio precauzionale specie in materia di nuove tecnologie e la prevenzione, attraverso le sue diverse forme, deve attentamente vagliare ogni nuova situazione che potrebbe modificare gli equilibri ambientali.

1.1.6 Le valutazioni ambientali alla luce degli obiettivi di sostenibilità

L'azione di prevenzione ambientale da sola non esaurisce la sfida dello sviluppo sostenibile, né può essere mera portatrice di divieti, regole ed impedimenti. Sinteticamente i principi chiave della valutazione ambientale in un contesto di sostenibilità ambientale sono:

- anticipare e prevenire;
- esercitare il principio di precauzione;
- valutare le fonti ed i bersagli;
- mantenere il capitale di risorse naturali al livello attuale o prossimo a questo;
- verificare l'efficacia delle azioni e delle mitigazioni connesse allo sviluppo economico.

In questo contesto e partendo da questi presupposti si inserisce la Valutazione Ambientale che nelle sue diverse forme (VIA, VAS, VIEc) riguarda la compatibilità e la sostenibilità ambientale e si prefigge lo scopo di promuovere iniziative capaci di:

- eliminare le pressioni all'interfaccia tra antroposfera ed ecosfera;
- rinunciare allo sfruttamento delle risorse naturali non rinnovabili;
- ridurre fino a completa eliminazione gli inquinanti prodotti;
- evitare l'alterazione degli equilibri di generazione ed assorbimento dei gas serra;
- arrestare il decremento della biodiversità;
- fermare la desertificazione;
- salvaguardare paesaggi ed habitat.

Una corretta ed efficace applicazione dei principi dello Sviluppo Sostenibile richiede che le procedure di Valutazione Ambientale possano interpretare, anche in chiave di valutazione del rischio ambientale (vedi **fig. 1.2**), un ruolo preminente nei processi di sviluppo, anche per la loro natura multisettoriale e di valutazione "a priori". Questa affermazione diviene maggiormente evidente se si considera che la principale difficoltà che incontra l'adozione delle strategie di Sostenibilità ambientale risiede nella carenza di un quadro normativo ed attuativo certo come potrebbe essere quello delle valutazioni ambientali. D'altro canto è evidente la constatazione che un ulteriore appesantimento delle già articolate procedure di valutazione ambientale non può che depotenziare questi strumenti di "prima linea" nell'applicazione dei principi dello sviluppo sostenibile.

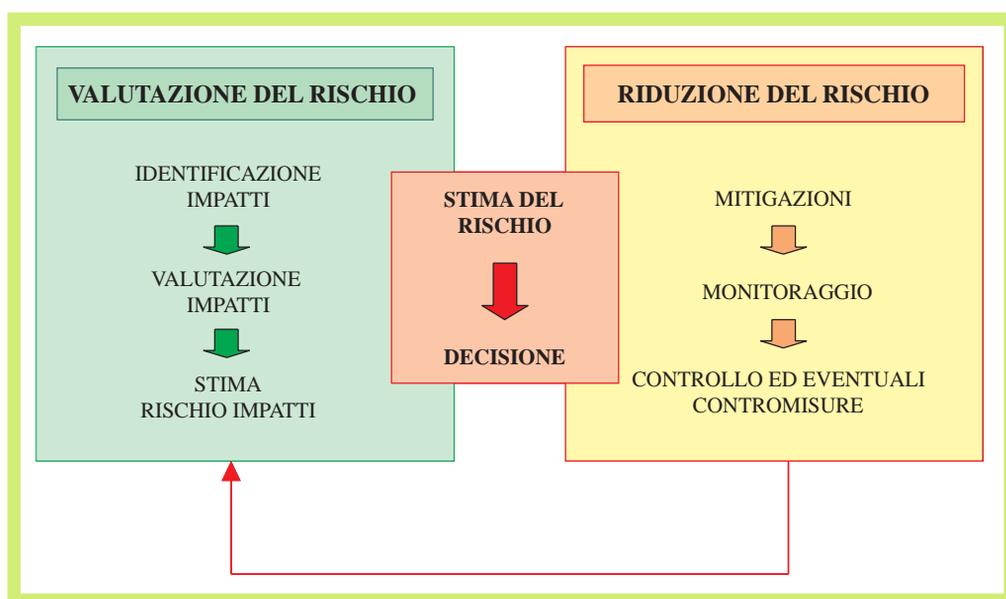


fig. 1.2 - Gestione del rischio ambientale

Per dare dunque maggiore efficacia ad uno strumento utile per l'affermazione dei principi di sostenibilità ambientale si deve saltare ad un ulteriore livello di applicazione delle procedure di valutazione, snellendo dove necessario le procedure attualmente in atto. Tale livello dovrebbe contemplare:

- nella VIA ("prima generazione" di valutazione ambientale, tipicamente finalizzata alla mitigazione dei maggiori impatti), la valutazione della capacità di carico e dell'integrità dei sistemi naturali, aspetto questo altamente carente, anche dal punto di vista metodologico, nelle attuali valutazioni ambientali;
- nella VAS ("seconda generazione" di processi di valutazione), l'approfondita valutazione dei carichi antropici esistenti e/o prevedibili sul territorio in un ambito di area vasta;
- nell'Esame della Sostenibilità Ambientale (nuova generazione di processi valutativi ambientali non ancora esistenti) deve essere prevista l'adozione di metodi e presupposti normativi efficaci, capaci di finalizzare a livello territoriale le politiche globali di sviluppo e sostenibilità ambientale.

Un ulteriore aspetto è l'introduzione di strumenti per la verifica dell'effettiva adozione ed efficacia delle misure di mitigazione o compensazione coerenti con i principi di sostenibilità e di un bilancio ambientale a scala appropriata, capace di misurare lo stato degli indicatori di sostenibilità. Una possibile soluzione a ciò, in parte in sperimentazione nel nostro paese con la realizzazione delle linee ad Alta Capacità, è l'istituzione con la delega di poteri, al termine delle procedure valutative significative, di Osservatori Ambientali capaci di "misurare" e di intervenire sugli eventuali scostamenti dagli obiettivi della valutazione e dai criteri di sostenibilità.

1.1.7 Conclusioni

I rischi ambientali e gli impatti che attualmente richiedono particolare attenzione sono molto più complessi ed articolati di quelli che avevano trovato risposta 30 anni fa, quando furono definiti i primi fondamentali legislativi e tecnici che posero le basi della Valutazione d'Impatto Ambientale.

Per questa ragione la Valutazione d'Impatto Ambientale non può più solamente basarsi sulla verifica "a priori" del rispetto dei limiti di legge, sulla valutazione degli effetti ambientali diretti ed indiretti e sulla compatibilità ambientale, ma deve spingersi, in particolare per le opere più significative, verso il conseguimento dei principali traguardi definiti per lo sviluppo sostenibile nell'ambito del piano di azione nazionale.



Nel diciannovesimo secolo la Rivoluzione Industriale ha modificato il rapporto tra l'uomo e la Terra in maniera radicale. In quel periodo l'uomo aveva scoperto il motore a vapore e successivamente, nell'ultimo secolo, il motore a scoppio, capace di produrre energia con lo sfruttamento dei combustibili fossili. Nello stesso periodo e grazie soprattutto a queste conquiste, le campagne hanno cominciato a produrre di più grazie all'avvento della meccanizzazione, dei fertilizzanti e all'uso più funzionale dell'acqua. Questi grandi mutamenti hanno generato una vera rivoluzione degli standard di qualità della vita oltre qualsiasi previsione. Oggi occorre una analoga rivoluzione intesa come "senso comune nella gestione del pianeta".



PARTE II

PROCEDURE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE E STRUMENTI DI GESTIONE ECOCOMPATIBILI

*Francesca Cattai, Alberto Maffiotti,
Silvia Boeris Frusca, Caterina De Bellis*

2.1 INTRODUZIONE

L'adozione di obiettivi di sviluppo fondati sul concetto di *sostenibilità* ha portato nel corso degli ultimi anni all'adozione da parte delle comunità internazionali delle procedure per la valutazione ambientale, la cui applicazione è orientata verso la ricerca e l'adozione di politiche di sviluppo compatibili da un punto di vista ecologico e di salute pubblica. È infatti evidente come su scala internazionale l'orientamento politico si stia dirigendo verso una visione che integri tre grandi tematiche ormai inscindibili¹ ossia:

- **Ambiente** inteso come "un sistema dinamico globale, fisico, biologico, sociale, i cui elementi sono suscettibili di avere effetti sull'uomo e sull'attività umana e, viceversa, di essere da queste modificato"².
- **Salute** definita dall'O.M.S. (Organizzazione Mondiale della Sanità) come "*Stato di completo benessere fisico, psichico e sociale e funzione della capacità della società di gestire l'interazione tra le attività umane e l'ambiente in modo da garantire e promuovere la salute senza incidere sull'integrità dei sistemi naturali*"³.
- **Territorio** che in questo ambito si considera nella sua accezione di "spazio fisico all'interno del quale operano una serie di Enti deputati al suo governo, dotati di strumenti e di know-how che ne consentano il corretto funzionamento"⁴.

A questo proposito, la normativa europea e nazionale in materia ambientale è in fase di evoluzione: essa infatti integra le politiche di *command and control* con un nuovo approccio che tende a contestualizzare tutte le implicazioni e le relazioni tra le diverse norme in materia e a sottolineare il carattere preventivo del diritto ambientale. Attraverso direttive, regolamenti ed accordi volontari (quali Emas, Ecolabel, Agenda XXI, ecc.) sono stati attivati dei veri e propri strumenti di prevenzione, con il coinvolgimento di soggetti pubblici e privati.

Considerando la vastità e la complessità dei conflitti che sorgono dall'interazione tra attività umane e dinamiche ecologiche, il campo di applicazione della valutazione ambientale si fa davvero ampio; quindi, partendo dal generale per arrivare al particolare, la valutazione può interessare piani e programmi territoriali (**Valutazione Ambientale Strategica** o **V.A.S.** e **Valutazione di Incidenza ecologica** o **V.I.Ec.**), progetti preliminari e definitivi (**Valutazione di Impatto Ambientale** o **V.I.A.** e

¹ V Conferenza Nazionale delle Agenzie Ambientali – 17-19/12/2001.

² Questo aspetto su scala nazionale compete al sistema delle Agenzie per l'Ambiente.

³ Questo aspetto su scala nazionale compete alle ASL (Aziende Sanitarie Locali).

⁴ Questo aspetto su scala nazionale compete alle Regioni, Province e Comuni.

Valutazione di Incidenza ecologica o V.I.Ec), impianti già esistenti (Controllo e Prevenzione Integrata dell'Inquinamento o I.P.P.C.⁵).

Questa seconda parte del libro è pertanto dedicata all'illustrazione e comparazione dei principi e dei contenuti delle diverse procedure di valutazione ambientale esistenti (V.I.A., V.A.S., V.I.Ec, I.P.P.C.) introdotte all'interno del quadro normativo comunitario, nazionale e regionale.

⁵ Acronimo derivante dall'inglese: *Integrated Pollution Prevention and Control*.

2.2 VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.)

Il termine “**impatto**” sottolinea l'effetto che un'azione di origine antropica o naturale genera su un bersaglio ambientale o umano. In termini generali gli impatti ambientali devono essere intesi come alterazioni delle singole componenti o dei sistemi ambientali prodotte da interventi di origine esterna.



L'esigenza da parte della società di prevenire gli effetti indesiderati sull'ambiente, causati dalle attività umane, anziché rimediare unicamente a posteriori ai danni, nel 1969 ha portato negli Stati Uniti alla nascita della Valutazione di Impatto Ambientale (Environmental Impact Assessment) nell'ambito della legge nazionale N.E.P.A. (National Environmental Policy Act) come strumento di gestione e controllo preventivo dell'ambiente e dei conflitti ambientali.

2.2.1 Quadro normativo comunitario

In Europa, la V.I.A. è stata introdotta dalla **Direttiva Comunitaria del 27 giugno 1985, n. 337**, in cui la Comunità Europea sottolinea come “...*la migliore politica ecologica consiste nell'evitare fin dall'inizio inquinamenti ed altre perturbazioni, anziché combatterne successivamente gli effetti...*” e come occorra “... *introdurre principi generali di valutazione dell' impatto ambientale allo scopo di completare e coordinare le procedure di autorizzazione dei progetti pubblici e privati che possono avere un impatto rilevante sull'ambiente...*”.

In tal modo la VIA, che consiste in una procedura tecnico-amministrativa per la valutazione degli impatti generati da un'opera in progetto, si configura non solo quale strumento di verifica del rispetto di standard, limiti o vincoli di tutela ambientale, ma anche come mezzo per il conseguimento di elevati livelli di tutela e qualità dell'ambiente con un approccio di tipo multidisciplinare ed interdisciplinare. La stessa Unione Europea ha dunque fatto discendere l'adozione della V.I.A. dal principio di

prevenzione delle eventuali ripercussioni sull'ambiente connessi con i processi di programmazione e di formazione delle decisioni. In quest'ottica, la V.I.A. risulta essere uno strumento integrante di analisi preventiva e strumento a carattere tecnico-consulativo, grazie al quale la decisione delle Autorità Competenti in merito all'autorizzazione di un progetto può essere presa solo dopo la valutazione dei potenziali effetti rilevanti che l'opera genera sulle componenti ambientali, nonché sulla salute umana.

Per sintetizzare i concetti propri della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, definiti dalla Direttiva 85/337/CEE, si possono utilizzare quattro parole chiave⁶:

- **Prevenzione**, ossia analisi in via preliminare di tutte le possibili ricadute dell'azione dell'uomo, al fine non solo di salvaguardare ma anche di migliorare la qualità dell'ambiente e della vita.
- **Integrazione**, ossia considerazione di tutte le componenti ambientali e delle interazioni fra i diversi effetti possibili, oltre che inserimento della VIA nella programmazione di progetti e negli interventi nei principali settori economici.
- **Confronto**, ossia dialogo e riscontro tra chi progetta e chi autorizza nelle fasi di raccolta, analisi e impiego di dati scientifici e tecnici.
- **Partecipazione**, ossia apertura del processo di valutazione dei progetti all'attivo contributo dei cittadini in un'ottica di maggior trasparenza sia sui contenuti delle proposte progettuali sia sull'operato della Pubblica Amministrazione. Questo aspetto della VIA si esplicita attraverso la *pubblicazione* della domanda di autorizzazione di un'opera in progetto, e del relativo studio di impatto ambientale, e attraverso la possibilità di *consultazione* (in una fase precedente alla decisione sul progetto).

La Direttiva Europea impegna i Paesi della Comunità Europea al recepimento legislativo in materia di compatibilità ambientale definendo gli scopi della valutazione di impatto ambientale, i progetti oggetto di interesse, le autorità competenti in materia, gli obblighi degli Stati membri. Essa infatti stabilisce:

- che i progetti per i quali si prevede un impatto ambientale rilevante per natura, dimensioni o ubicazione, devono essere sottoposti a valutazione prima del rilascio dell'autorizzazione; in particolare, nell'**Allegato I** sono elencate le opere che devono essere obbligatoriamente sottoposte a V.I.A. da parte di tutti gli Stati membri, mentre nell'**Allegato II** sono elencate le opere minori per le quali l'assoggettamento a V.I.A. è a discrezione degli Stati Membri.

⁶ Dalla documentazione inerente la VIA Regionale: *Guida alla lettura* della legge regionale n.40/1998 "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione" - Regione Piemonte, Assessorato Ambiente, Direzione Tutela e Risanamento Ambientale Programmazione Gestione Rifiuti.

- che vengano individuati, descritti e valutati gli effetti ambientali diretti ed indiretti di un progetto su:
 - uomo, fauna e flora
 - suolo, acqua, aria, clima e paesaggio
 - interazione tra i suddetti fattori
 - beni materiali e patrimonio culturale
- che l'iter procedurale preveda un adeguato processo di informazione e la possibilità di consultazione estesa a tutte le istituzioni interessate e al pubblico;
- che le decisioni prese siano messe a disposizione delle autorità interessate e del pubblico.

Con l'adozione della procedura di V.I.A. si assiste al passaggio da una valutazione limitata del rapporto tra progetto e ambiente naturale ad una verifica sistematica degli effetti diretti ed indiretti sui fattori e le componenti ambientali, nell'ottica di definire la soluzione progettuale e localizzativa più compatibile con l'ambiente. In tal modo le decisioni di carattere socio-economico possono essere assunte sulla scorta di un'adeguata informazione sui principali aspetti ambientali, approfondendo l'entità degli impatti ed esaminando sia possibili soluzioni alternative sia interventi di mitigazione, in un'ottica di sviluppo sostenibile.

Nel 1997 la Direttiva 85/337/CEE è stata modificata dalla 97/11/CE, che risponde all'esigenza di chiarire alcuni aspetti segnalati come difficoltosi dagli Stati Membri nell'applicazione della Direttiva stessa in particolare in relazione alle opere elencate nell'Allegato II, al contenuto degli studi di impatto ambientale ed alle modifiche progettuali.

A tal fine sono state introdotte e definite due nuove fasi:

- una di selezione, **screening o verifica**, il cui scopo è quello di stabilire se un progetto presente nell'allegato II debba essere sottoposto a V.I.A. lasciando libertà di decisione in merito ai criteri da usare (caso per caso o fissando soglie e criteri)
- una di specificazione, **scoping**, che si inserisce come fase non obbligatoria a monte della redazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) il cui scopo è di definire nei dettagli i contenuti del SIA mediante la consultazione fra proponente ed autorità competente.

Con la nuova Direttiva si va verso il miglioramento, l'armonizzazione e l'integrazione delle "regole" relative alle procedure di valutazione, dando agli Stati membri la possibilità di raccordare la V.I.A. con la Direttiva 96/61/CE relativa al controllo ed alla prevenzione integrata dell'inquinamento (I.P.P.C.).

2.2.2 Quadro normativo nazionale

La normativa italiana nel recepire la Direttiva Europea 85/337/CEE, oltre a ribadire i contenuti di base della procedura previsti dal contesto normativo comunitario, fa della procedura stessa uno strumento strategico flessibile, che affronta in modo globale i problemi relativi alla realizzazione di opere e interventi attraverso una sostanziale interazione tra chi progetta e chi autorizza sin dalle fasi iniziali della progettazione. In questo modo, anticipando alcune innovazioni introdotte successivamente con la Direttiva 97/11/CE, la procedura di VIA in Italia si pone come una sorta di “canale” in cui la proposta di un’opera entra come progetto preliminare ed esce come progetto definitivo dopo essere stata sottoposta a procedure amministrative, di consultazione e tecniche mediante le quali vengono fornite – qualora ricorrano le condizioni di compatibilità ambientale – tutte le indicazioni necessarie per le successive fasi di progettazione esecutiva e di realizzazione.

I principali benefici ottenibili con l’adozione delle norme di valutazione ambientale preventiva sono:

- il miglioramento della qualità dell’ambiente e della qualità della vita attraverso l’utilizzo di analisi e valutazioni preliminari orientate verso un approccio preventivo ed integrato;
- il miglioramento del rapporto tra Pubblica Amministrazione, soggetti proponenti e cittadini, grazie ad una logica di interazione, confronto diretto e partecipazione;
- il miglioramento del funzionamento della Pubblica Amministrazione, attraverso una più razionale attribuzione delle competenze e uno snellimento delle procedure autorizzative.

Nel 1986 con la Legge 349 del 08/07/1986 “Istituzione del Ministero dell’Ambiente e norme in materia di danno ambientale” è stato istituito il Ministero dell’Ambiente al fine di focalizzare l’interesse pubblico alla difesa dell’ambiente. In particolare con l’art. 6 della Legge 349/86 si fissano i principi generali, i tempi e le modalità di recepimento integrale della direttiva europea, attribuendo al Ministero dell’Ambiente il compito di pronunciarsi, di concerto con il Ministero per i Beni Ambientali e Culturali, sulla compatibilità delle opere assoggettate a V.I.A.

A distanza di due anni sono state varate le disposizioni per l’applicazione della Direttiva Comunitaria 85/337/CEE e dell’art. 6 della L. 349/86 attraverso il DPCM 377 del 10 agosto 1988 (ancora in vigore) “Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all’art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell’ambiente e norme in materia di danno ambientale”, con cui si disciplinano tutte le opere dell’Allegato I e si estende l’elenco delle categorie di interventi da sottoporre a V.I.A.

In seguito con il DPCM del 27 dicembre 1988 “norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all’art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell’art. 3 del DPCM 10 agosto 1988, n. 377” vengono definiti per tutte le categorie di opere elencate nell’art. 1 del DPCM 10 agosto 1988 n. 377:

- i contenuti degli studi di impatto ambientale e la loro articolazione, la documentazione relativa, l’attività istruttoria ed i criteri di formulazione del giudizio di compatibilità;
- le componenti ed i fattori ambientali da analizzare;
- le caratterizzazioni delle componenti e dei fattori ambientali e le loro relazioni per l’analisi e la valutazione del sistema ambiente;
- i criteri peculiari da applicare nella redazione degli studi di impatto ambientale in relazione alla specifica tipologia di ciascuna categoria di opere;
- le procedure da applicare per i progetti di centrali termoelettriche e turbogas.

Con la legge 22 febbraio 1994 n. 146, art. 40 comma 1, “Disposizioni per l’adempimento di obblighi derivanti dall’appartenenza dell’Italia alle Comunità Europee – Legge Comunitaria 1993”, in attesa dell’approvazione della legge sulla VIA, il Governo Italiano è stato delegato a definire condizioni, criteri e norme tecniche per l’applicazione della procedura di VIA ai progetti del secondo elenco della Direttiva 85/337/CEE. Il Governo ha adempiuto alle disposizioni comunitarie con il **DPR 12/04/1996** “Atto di indirizzo e coordinamento per l’attuazione dell’art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n.146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale”, emanato in seguito al procedimento di infrazione cui è stata sottoposta l’Italia a causa della mancata applicazione dell’allegato II e per difformità nell’applicazione dell’allegato I della Direttiva 85/337/CEE. A livello nazionale tale Atto si inserisce nel più ampio quadro normativo che stabilisce in via generale i principi della procedura, al fine di meglio definire i ruoli dell’Autorità Competente rappresentata dalla Pubblica Amministrazione; esso infatti prospetta che lo svolgimento della procedura di VIA costituisca la sede per il coordinamento, la semplificazione e lo snellimento delle procedure relative ad autorizzazioni, nulla osta, pareri o assensi, necessari per la realizzazione e l’esercizio delle opere o degli interventi elencati. A livello regionale, l’Atto di indirizzo richiede alle Regioni stesse di normalizzare le procedure e unificare il rilascio di autorizzazioni e pareri preliminari.

Gli Allegati del Decreto definiscono le tipologie progettuali per cui la VIA è sempre obbligatoria (Allegato A) e quelle, elencate in Allegato B, soggette o meno a VIA; essi riportano inoltre i contenuti dello studio di impatto ambientale (allegato C) e gli elementi di verifica per l’ambito di applicazione della procedura di VIA (allegato D). Nel caso in cui un’opera in progetto appartenente alle tipologie in Allegato B ricada anche solo parzialmente in aree naturali protette, dovrà obbligatoriamente essere sottoposta alla procedura di VIA.

Le **soglie**, intese come limite qualitativo e/o quantitativo per sottoporre o meno un progetto a VIA, possono differenziarsi a seconda della situazione geografica, variando da Regione a Regione sino ad un massimo del 30%. Ulteriore elemento di flessibilità è determinato dalla localizzazione del progetto in aree naturali o protette: ricorrendo tale circostanza le soglie vengono abbassate del 50%.



2.2.3 Campi di applicazione e fasi delle norme di V.I.A. a livello nazionale

I criteri per definire se un'opera/intervento debba essere sottoposta/o alla procedura di VIA sono principalmente tre (Vismara, 1992):

- specificità;
- dimensione/estensione;
- sensibilità del sito.

Generalmente il criterio di scelta adottato si basa sia sulla tipologia dell'opera sia sulle sue dimensioni. Questa è la strada seguita dalla Direttiva 85/337/CEE, e quindi anche dalla normativa italiana. Il D.P.C.M. 377/88 riporta le categorie di opere da sottoporre obbligatoriamente a VIA e ne fissa le soglie dimensionali.

Nell'attuale contesto normativo italiano si presentano sostanzialmente due livelli:

- procedura di VIA a **livello nazionale** per opere/interventi a rilevante impatto e/o di interesse nazionale, per la quale l'Autorità competente è il Ministero dell'Ambiente.
- procedura di VIA a **livello regionale** per opere/interventi di minore rilevanza, per la quale l'Autorità competente è rappresentata dalle Regioni e dalle Province Autonome.

Il proponente di un'opera/intervento. Di rilevanza nazionale, è tenuto a presentare all'Autorità competente uno *Studio di Impatto Ambientale* (SIA) contenente: *il qua-*

dro di riferimento programmatico, il quadro di riferimento progettuale ed il quadro di riferimento ambientale. A questo punto inizia la procedura di valutazione (istruttoria) che termina con la "pronuncia di compatibilità ambientale".

Teoricamente il campo di applicazione della VIA è estremamente ampio, potendo comprendere tutte le azioni umane con conseguenze significative e rilevanti sull'ambiente; quindi la VIA può riguardare indirizzi politici, atti normativi, piani territoriali, progetti di massima, progetti esecutivi, opere già esistenti ed in esercizio.

Zeppetella *et al.* (1992) individuano tre livelli decisionali ai quali applicare la VIA: in **fig. 2.1** si riporta la relazione tra il livello di definizione degli impatti ambientali e le possibili alternative per ciascun livello decisionale (piano, progetto di massima e progetto esecutivo). Si osserva come il ventaglio delle alternative si riduce drasticamente passando dal livello di piano a quello di progetto esecutivo, mentre aumenta il livello di definizione degli impatti. Si può aggiungere che a livello di progetto esecutivo diminuisce anche la possibilità di prendere in considerazione le diverse alternative realmente perseguibili.

La VIA non è una procedura di valutazione assoluta, poiché molti sono gli elementi di soggettività in essa presenti come ad esempio: la scelta del responsabile del gruppo di lavoro per la redazione dello studio di impatto, la scelta dei singoli specialisti, l'individuazione dei fattori ambientali e dei criteri per la loro ponderazione, la scelta delle metodologie per l'individuazione e la stima degli impatti, la scelta degli indici e dei criteri di aggregazione.

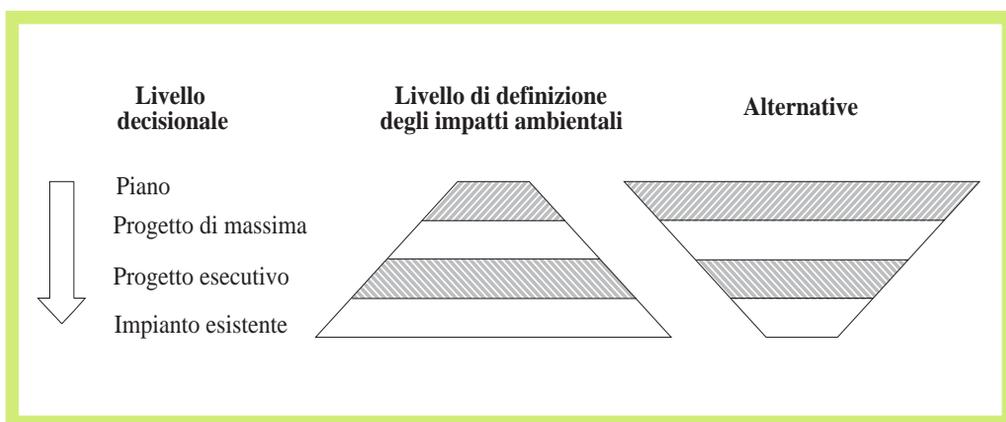


fig. 2.1 - Relazione tra il livello di definizione degli impatti e le possibili alternative per ogni livello decisionale (Boccai e Rossi, 1988)

Per tutti questi motivi la VIA rappresenta per l'Amministrazione Pubblica uno strumento di supporto alle decisioni grazie al confronto tra le soluzioni alternative; la VIA infatti dovrebbe consentire la scelta di un'opera ad impatto minimo in un sito ottimale.

Le alternative si possono suddividere in relazione al livello decisionale al quale sono applicate in (Zeppetella *et al.*, 1992):

- *alternative "al progetto"*: decisioni strategiche a livello di piani territoriali e di programmi settoriali;
- *alternative "di progetto"*: alternative di processo, di localizzazione e di struttura;
- *alternative per la minimizzazione degli effetti negativi*: misure di mitigazione ed interventi gestionali.

Come già detto, quanto più si scende nella scala del livello decisionale, tanto più si restringe il margine di intervento in termini di alternative attuabili per ridurre i possibili impatti. Qualunque sia il livello di analisi, si deve sempre comunque prendere in considerazione e sviluppare l'*alternativa zero*, cioè l'ipotesi di non procedere all'intervento previsto.

Nell'ambito della VIA (predisposizione del SIA, Studio di Impatto Ambientale, fase di approvazione opera/intervento e fase di esercizio) si possono individuare le seguenti fasi principali attivate a discrezione del proponente lo studio:

- a. screening (si decide se l'opera ha rilevanza di impatto ambientale);
- b. formazione del gruppo di lavoro;
- c. analisi del progetto, individuazione delle azioni causali e delle alternative plausibili;
- d. scoping (argomenti da trattare ed indagini necessarie nell'ambito del SIA);
- e. analisi dell'ambiente ed individuazione delle componenti ambientali;
- f. individuazione degli impatti potenziali;
- g. quantificazione degli impatti e valutazione della loro significatività;
- h. sintesi valutativa e confronto tra le alternative;
- i. informazione del pubblico;
- j. auditing (monitoraggio e verifica periodica ad intervento realizzato).

In **fig. 2.2** si propone uno schema a blocchi del processo di Valutazione di Impatto Ambientale a livello nazionale nel quale emerge che la procedura di VIA è caratterizzata dalla possibilità di interazione tra autorità pubblica, proponente e popolazione interessata, in modo da apportare modifiche migliorative al progetto e, quindi, sottoporre nuovamente lo studio di impatto modificato alla procedura di VIA.

Elemento necessario di riferimento per l'elaborazione del SIA sono le *norme tecniche* definite dal DPCM 27/12/1988 per i progetti assoggettati a valutazione di im-

patto ambientale di competenza statale. Occorre tuttavia rilevare che tali norme sono riferite a progetti di opere che, per le loro caratteristiche tipologiche e dimensionali, possono avere un impatto complessivo sull'ambiente particolarmente rilevante. Sarà quindi opportuno assumere tali norme con le semplificazioni e gli adeguamenti di approfondimento correlabili alla diversa scala di importanza delle tipologie progettuali assoggettate a valutazione di impatto ambientale di competenza regionale.

Le norme tecniche del DPCM 27/12/1988 definiscono in particolare l'articolazione dei contenuti degli studi di impatto ambientale in **tre quadri di riferimento: programmatico, progettuale ad ambientale**; relativamente a quest'ultimo, definiscono altresì le componenti ed i fattori ambientali, nonché le caratterizzazioni di tali componenti e fattori da considerare nell'analisi e la valutazione del sistema ambientale. Di seguito si riportano le definizioni dei quadri di riferimento (art.3 – 4 – 5 del DPCM 27/12/1988):

Quadro di riferimento programmatico (art. 3)

Fornisce gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale.

Quadro di riferimento progettuale (art. 4)

Descrive il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessati.

Si compone di due distinte parti:

- la prima esplicita le motivazioni assunte dal proponente nella definizione del progetto;
- la seconda concorre al giudizio di compatibilità ambientale e descrive le motivazioni tecniche delle scelte progettuali, nonché misure, provvedimenti ed interventi che il proponente ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente.

Quadro di riferimento ambientale (art. 5)

Questo quadro di riferimento deve:

- definire gli ambiti territoriali e descrivere i sistemi ambientali interessati dal progetto, ponendo in evidenza l'eventuale criticità degli equilibri esistenti;
- documentare gli usi plurimi delle risorse previsti, la priorità negli usi delle medesime e gli ulteriori usi potenziali coinvolti dalla realizzazione del progetto;
- documentare i livelli di qualità preesistenti all'intervento per ciascuna componente ambientale interessata e gli eventuali fenomeni di degrado delle risorse in atto;
- stimare gli impatti dell'opera sul sistema ambientale nonché le interazioni degli impatti con le diverse componenti ed i fattori ambientali;
- descrivere le modificazioni delle condizioni d'uso e della fruizione potenziale del territorio, in rapporto alla situazione preesistente;

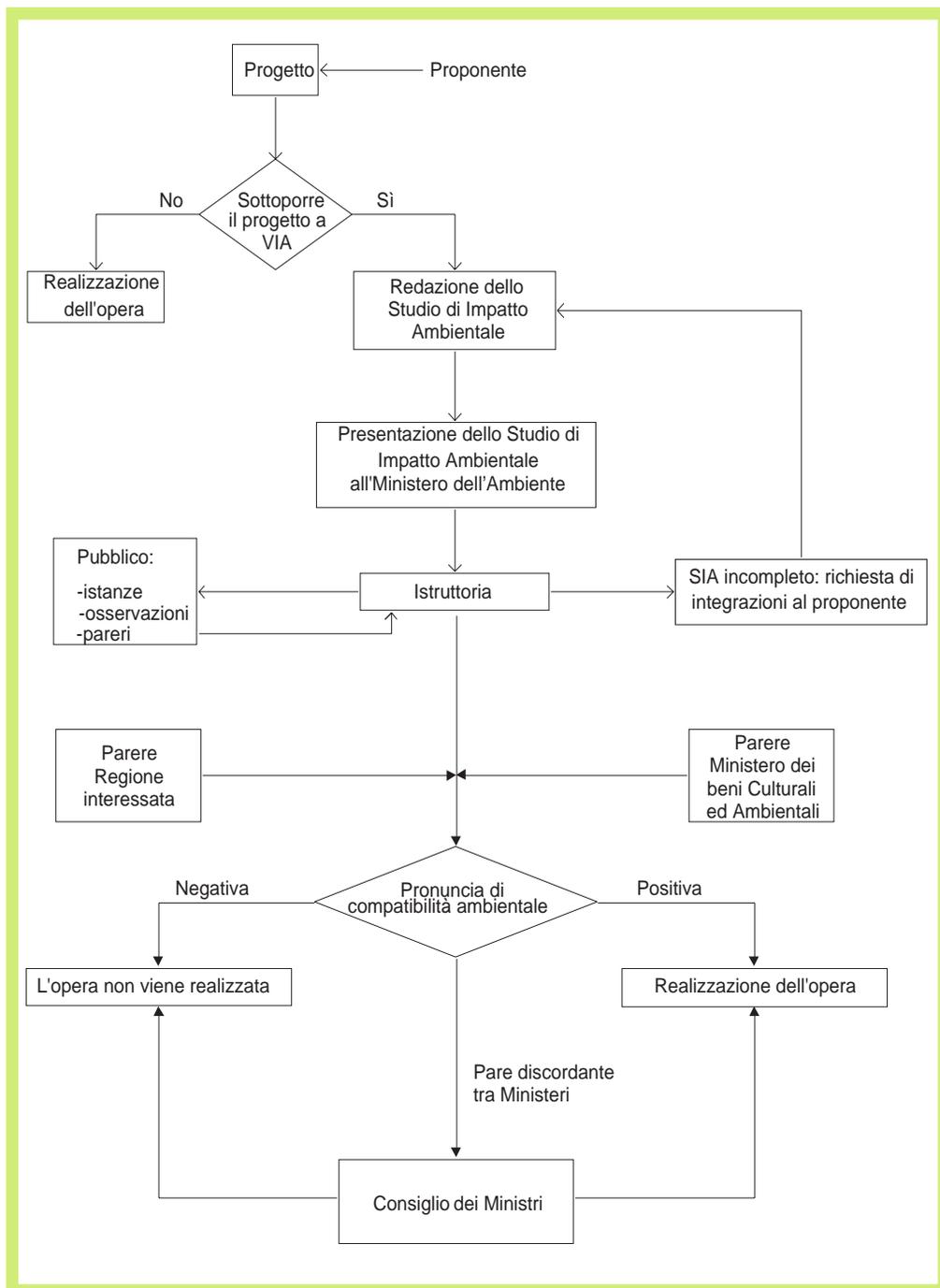


fig. 2.2 - Schema generale a blocchi del processo di VIA

- descrivere la prevedibile evoluzione, a seguito dell'intervento, delle componenti e dei fattori ambientali, la modifica dei livelli di qualità preesistenti;
- definire gli strumenti di gestione e di controllo, le opportune misure di mitigazione al fine di ridurre gli impatti sulle componenti ambientali e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale;
- illustrare i sistemi di intervento nell'ipotesi di manifestarsi di emergenze particolari.

Lo studio di impatto deve essere inoltre corredato da:

- documenti cartografici in scala adeguata, foto aeree, tabelle, grafici ed eventuali stralci di documenti, fonti di riferimento;
- indicazione della legislazione vigente e della regolamentazione di settore concernente la realizzazione e l'esercizio dell'opera;
- esposizione sintetica delle eventuali difficoltà, lacune tecniche incontrate dal committente nella raccolta dei dati richiesti.

Lo studio di impatto ambientale di un'opera, con riferimento al quadro ambientale, dovrà considerare le componenti naturali ed antropiche interessate, le interazioni tra queste ed il sistema ambientale preso nella sua globalità. Nell'Allegato I del DPCM 27/12/1988 le componenti ed i fattori ambientali sono così intesi:

- **atmosfera:** qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- **ambiente idrico:** acque sotterranee e acque superficiali (dolci, salmastre e marine) considerate come componenti, come ambienti e come risorse;
- **suolo e sottosuolo:** intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, ed anche come risorse non rinnovabili;
- **vegetazione, flora, fauna:** formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali;
- **ecosistemi:** complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile (quali un lago, un bosco, un fiume, il mare) per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale;
- **salute pubblica:** come individui e come comunità;
- **rumore e vibrazioni:** considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
- **radiazioni ionizzanti e non ionizzanti:** considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
- **paesaggio:** aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità interessate e relativi beni culturali.

2.2.4 Quadro normativo regionale

La trasformazione del recepimento della Direttiva 85/337/CEE in opportunità di miglioramento globale è il "principio-guida" che ha ispirato l'elaborazione di alcune leggi regionali tra cui quella del Piemonte (L.R. del 14 dicembre 1998 n. 40 "*Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione*"), che definisce condizioni, criteri e norme tecniche per l'applicazione della procedura di VIA secondo la direttiva comunitaria.

Per quanto riguarda l'approvazione definitiva della legge sulla Valutazione di Impatto Ambientale a livello regionale, attualmente non tutte le Regioni hanno ancora emanato una legge, pur avendo comunque recepito il DPR 12/4/96 attraverso delibere o articoli all'interno della finanziaria regionale.

La tabella seguente (tab. 2.1) mostra il quadro dei recepimenti da parte delle regioni italiane del DPR del 12 Aprile 1996⁷:

REGIONE	RECEPIMENTO NORMATIVO
REGIONE ABRUZZO	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione L.R. n. 112 del 23/9/97 " <i>Norme urgenti per il recepimento del DPR 12 aprile 1996</i> "
REGIONE BASILICATA	L.R. n. 47 del 19/12/94 " <i>Disciplina della valutazione impatto ambientale e norme per la tutela dell'ambiente</i> " – in corso di modifica
REGIONE CALABRIA	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione DGR del 29/12/99 n. 3746 " <i>Recepimento del DPR 12/04/96</i> "
REGIONE CAMPANIA	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione DGR del 29/11/98 n. 374 " <i>Procedura amministrativa provvisoria per la formazione del parere regionale sui progetti pubblici e privati sottoposti a VIA – istituzione di una Commissione tecnico istruttoria</i> " DGR del 29/10/98 n. 7636 " <i>Recepimento del DPR 12/4/96 in materia di VIA</i> "

⁷ Il quadro normativo presentato in tabella è aggiornato al mese di febbraio del 2002.

REGIONE EMILIA ROMAGNA	L.R. n. 9 del 18/5/99 "Disciplina della procedura di valutazione di impatto ambientale"
REGIONE FRIULI VENEZIA-GIULIA	L.R. n. 43 del 7/09/90 "Ordinamento nella Regione Friuli-Venezia Giulia della valutazione di impatto ambientale" – in corso di modifica DPGR n. 245 del 8/7/96 "Regolamento di esecuzione delle norme in materia di VIA in attuazione della L.R. n. 43 del 7/09/90 e successive modifiche"
REGIONE LAZIO	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione L.R. n. 6 del 7/6/99 (finanziaria), art. 46: rende vigenti le direttive comunitarie ed il DPR 12/4/96
REGIONE LIGURIA	L.R. n. 38 del 30/12/98 "Disciplina della valutazione di impatto ambientale"
REGIONE LOMBARDIA	L.R. n. 20 del 3/09/99 "Norme in materia di impatto ambientale" e successive integrazioni e modifiche
REGIONE MARCHE	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione D.G.R. n. 83 del 25/01/1999 "Disciplina delle procedure di valutazione di impatto ambientale" DGR n. 457 del 1/3/99 "Integrazione per il coordinamento delle procedure previste dal DPR 12/4/96" DGR n. 587 del 20/3/2000 modifica ed integra la precedente 457 del '99 DGR n.1829 del 31/07/00, rende operativa la procedura di impatto ambientale
REGIONE MOLISE	L.R. n.21 del 24/3/2000 "Disciplina della procedura di impatto ambientale"
REGIONE PIEMONTE	L.R. n. 40 del 14/12/98 "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione" e successive integrazioni e modifiche
REGIONE PUGLIA	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione D.G.R. n. 4444 del 22/7/97 "Recepimento da parte della Regione Puglia del DPR 12/04/96" DGR n. 16 del 27/01/98 "Provvedimenti in materia di procedure di VIA"
REGIONE SARDEGNA	La legge regionale sulla VIA è in corso di definizione Art. 31 Legge Regionale del 18/1/1999 n. 1 (L. finanziaria '99) "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione" DGR del 2/8/99 n.3639 "Procedure per l'attuazione dell'art.31 della L.R., modificata con DGR 299 del 4/9/01"

REGIONE SICILIA	<p>La legge sulla VIA è ancora in corso di definizione</p> <p>L.R. n.181 del 29/12/81 (art.5 "Nulla osta all'impianto")</p> <p>L.R. n.10 del 12/1/93 (art.30)</p> <p><i>Nulla osta in materia di impatto ambientale</i></p> <p>Decreto Assessorile 5/8/94</p> <p><i>Attività soggette al nulla osta n.181 del 29/12/81</i></p> <p>DPR del 17/5/99 "Recepimento DPR 12 aprile 1996"</p> <p>Art. 91 della L.R. n 6 del 3/05/01 che recepisce il DPR 12/4/96</p>
REGIONE TOSCANA	<p>L.R. n. 79 del 3/11/98 "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale" e successive integrazioni e modifiche</p>
REGIONE UMBRIA	<p>L.R. n.11 del 9/04/1998 "Norme in materia di impatto ambientale" e successive integrazioni e modifiche</p>
REGIONE VALLE D'AOSTA	<p>L.R. n. 14 del 18/6/99 "Nuova disciplina della procedura di VIA. Abrogazione della L.R. n.6 del 4/03/1991" e successive integrazioni e modifiche</p>
REGIONE VENETO	<p>L.R. n.10 26/03/1999, n. 10 "Disciplina dei contenuti e delle procedure di valutazione d'impatto ambientale" e successive integrazioni e modifiche</p>
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO	<p>L.P. n.28 del 23/4/88 "Disciplina della VIA ed ulteriori norme di tutela dell'ambiente" e successive integrazioni e modifiche</p> <p>DPGP n 5-56/Leg del 13/3/2001, recepisce il DPR 12/4/96 e la direttiva 97/11/CE</p> <p>In una legge provinciale inerente l'assestamento del bilancio '99, è stato inserito un articolo che prevede una modifica della legge n.28 del 23/4/88 secondo cui attraverso il regolamento di esecuzione si può modificare, anche al fine di assicurare la conformità della disciplina della VIA alle disposizioni statali e alle direttive dell'Unione europea, le classi dei progetti da sottoporre a VIA e le relative procedure.</p>
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO	<p>L.P. n.7 del 24/7/98 "Valutazione dell'impatto ambientale"</p> <p>D.P.G.P. n 15 del 26/3/99 "Regolamento relativo alla valutazione di impatto ambientale"</p> <p>LP n.19 del 28/12/01 art.33, modifica la LP del 24/7/98</p>

tab. 2.1 - Quadro dei recepimenti del DPR del 12 Aprile 1996 da parte delle Regioni e delle Province autonome.

2.2.5 La VIA nella Regione Piemonte: L.R. 40/98

La legge regionale piemontese definisce l'impatto ambientale come *"l'insieme degli effetti diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, singoli e cumulativi, positivi e negativi, che la realizzazione di opere o interventi comporta sull'ambiente inteso come insieme complesso di sistemi naturali e antropici"* (art. 3 comma 1, punto b).

Obiettivi perseguiti dalla legge n. 40/98, pienamente coerenti non solo con l'esigenza formale di completare il recepimento della direttiva CEE 85/337 secondo le indicazioni dell' Atto di indirizzo 12/4/96, ma con una più ambiziosa e allargata visione dei problemi di politica ambientale, presupposto indispensabile per un miglioramento globale della qualità della vita, sono⁸:

- **Innescare un processo** che subordini programmazione, pianificazione e progettazione alla valutazione preventiva delle ricadute ambientali, affermando quest'ultima come metodo e presupposto di ogni scelta.
- **Accorpate in un unico soggetto** le diverse funzioni di valutazione e autorizzazione, riorganizzandole in modo da snellire e velocizzare le procedure, consentendo nel contempo un esame integrato di tutti gli aspetti e interessi implicati.
- **Coinvolgere le istituzioni locali** negli approfondimenti e nelle scelte, informando e offrendo loro la possibilità di partecipare attivamente fin dalle prime fasi della procedura.
- **Diffondere la cultura, i metodi e le procedure della VIA** presso le istituzioni locali, nei diversi momenti decisionali, offrendo al tempo stesso un livello unitario e omogeneo di conoscenze sul territorio e sull'ambiente, anche utilizzando il patrimonio tecnico-scientifico dell'ARPA, in modo da ottenere coerenza nella programmazione, pianificazione e progettazione.
- **Garantire la partecipazione ai cittadini** fornendo loro non solo l'opportunità di incidere nella valutazione dei progetti mediante la presentazione di osservazioni, memorie, approfondimenti tecnici ma anche di confrontarsi direttamente con la Pubblica Amministrazione ed i proponenti.

Sono oggetto della procedura di valutazione di impatto ambientale:

- progetti di opere ed interventi sia pubblici che privati
- interventi di modifica o di ampliamento su opere già esistenti, sia pubbliche che private

⁸ "Guida alla lettura della Legge Regionale n. 40/1998 *Disposizioni concernenti la Compatibilità Ambientale e le procedure di Valutazione*" – Assessorato Ambiente, Direzione Tutela e Risanamento Ambientale Programmazione Rifiuti, Settore Sistema Informativo Ambientale e Valutazione Impatto Ambientale.

In base all'atto di indirizzo e coordinamento, i progetti sono divisi in due gruppi di elenchi (Allegati A e B) a loro volta suddivisi in funzione dell'attribuzione della procedura di V.I.A. a Regione, Province e Comuni (autorità competenti):

- **Allegati A:** progetti obbligatoriamente sottoposti alla valutazione
- **Allegati B:** progetti sottoposti alla fase di verifica purchè non ricadenti neppure parzialmente in aree naturali protette, localizzazione che impone la valutazione obbligatoria

L'attribuzione delle competenze è basata sulle tipologie e sul dimensionamento delle opere e degli interventi e si suddivide nel seguente modo:

- **Allegati A1 e B1:** progetti di competenza della Regione (categorie agricoltura, industria energetica, industria della gomma e delle materie plastiche, progetti di infrastrutture e altri progetti)
- **Allegati A2 e B2:** progetti di competenza della Provincia (categorie agricoltura, lavorazione dei metalli, industria dei prodotti alimentari, dei tessili, del cuoio, del legno, della carta, progetti di infrastrutture, altri progetti)
- **Allegato B3:** progetti di competenza del Comune (inclusi nelle categorie agricoltura e progetti di infrastrutture)

Con l'attribuzione di deleghe più ampie agli Enti Locali, questa legge consente di raggiungere l'obiettivo di semplificazione, razionalizzazione e coordinamento delle procedure di autorizzazione.

Per quanto riguarda le competenze, l'art. 8 della Legge Regionale 40/98 dichiara che l'ARPA Piemonte coadiuva le Autorità competenti assicurando, nello svolgimento delle istruttorie e nelle attività previste dalla legge, il supporto tecnico-scientifico anche mediante l'utilizzo del patrimonio di conoscenze acquisite nello svolgimento dei compiti di istituto; assicura inoltre il controllo delle condizioni previste per la realizzazione delle opere e degli interventi.

La procedura di V.I.A., secondo la legge regionale 40/98, si compone di **fasi differenziate** - verifica, specificazione dei contenuti e valutazione - che non rappresentano dei passaggi obbligatori, ma una serie di tappe che possono o devono interessare un progetto in relazione alle sue caratteristiche specifiche, alla decisione dell'Autorità competente ed alle scelte del proponente.

- **Fase di verifica (screening):** valuta la necessità o l'opportunità di attivare una procedura di valutazione oppure di escludere dalla stessa un determinato progetto, subordinandolo eventualmente a precise condizioni. L'Autorità competente, sentiti i soggetti interessati e fatte le opportune verifiche, ha tempo 60 giorni per pronunciarsi sulla necessità di assoggettamento dell'opera alla valutazione.

- **Fase di specificazione dei contenuti (scoping):** è una fase facoltativa ed ha l'obiettivo di definire il campo specifico delle informazioni ambientali necessarie e di stabilirne le condizioni di riferimento. Essa consente l'interazione tra proponente ed Autorità competente e crea in sostanza le premesse per il successivo approfondimento progettuale e valutativo. L'Autorità competente esprime il proprio parere entro 60 giorni dalla presentazione dell'istanza da parte del proponente. Grazie a questa fase il soggetto proponente ha la possibilità di definire un piano di lavoro basato sull'analisi di specifiche componenti, quindi un'analisi ambientale mirata che consente di rendere la procedura di V.I.A. più rapida. Lo scoping è inoltre un utile strumento di contatto tra le autorità pubbliche, i gruppi di interesse, le comunità locali ed i cittadini.

La legge regionale 40/98 all'art. 3 comma 1, punto c, definisce lo studio di impatto ambientale come "l'insieme coordinato degli studi e delle analisi ambientali, volto ad individuare e valutare gli impatti specifici e complessivi delle diverse alternative, per definire la soluzione progettuale e localizzativa ritenuta più compatibile con l'ambiente, nonché i possibili interventi di mitigazione e compensazione ambientali". I contenuti dello Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.), corredato dalla sintesi in linguaggio non tecnico, sono definiti nell'Allegato D della legge regionale "Contenuti dello studio di impatto ambientale di cui all'art. 5 da redigere ai fini della fase di valutazione".

- **Fase di valutazione:** ha lo scopo di dare un *giudizio di compatibilità ambientale*⁹, comprensivo di autorizzazioni ambientali e urbanistiche necessarie alla realizzazione del progetto, e di coordinare l'eventuale rilascio di provvedimenti. Tale processo di coordinamento e di unificazione delle procedure si realizza con la convocazione della Conferenza dei Servizi, a cui prendono parte l'Autorità competente, il proponente ed una serie di soggetti o Enti interessati, tra cui Enti di Gestione di Aree Protette, ARPA, ASL. Gli elaborati relativi a quest'ultima fase vengono lasciati a disposizione del pubblico per 45 giorni, mentre i vari Enti ed Istituzioni interessati dal processo esprimono i loro pareri entro 60 giorni dalla data di trasmissione; tali pareri non sono vincolanti ai fini dell'espressione del giudizio di compatibilità ambientale, che deve avvenire entro 150 giorni dalla data dell'avvenuto deposito.

⁹ La legge regionale 40/98 all'art. 3 comma 1, punto a, definisce la compatibilità ambientale come "la coerenza e la congruità delle strategie e delle azioni previste da piani e programmi, nonché degli interventi previsti dai progetti, con gli obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente e della qualità della vita, di valorizzazione delle risorse, nel rispetto altresì delle disposizioni normative comunitarie, statali e regionali".

L'applicazione della nuova legge, oltre a generare innegabili vantaggi sull'ambiente che saranno percepibili nel tempo, dà luogo a una serie di effetti immediati derivanti dall'applicazione della procedura.

In sintesi:

- **I cittadini** potranno contare su una tutela più attenta e diretta del territorio in cui vivono, oltre che sulla possibilità di contribuire attivamente alla valutazione dei progetti.
- **I proponenti** avranno l'opportunità di ottimizzare tempi e risorse grazie a un continuo confronto di carattere tecnico-consultivo con le autorità competenti sin dalle prime fasi della progettazione.
- **La Pubblica Amministrazione** opererà con sistemi decisionali più agili e trasparenti che consentiranno di semplificare e razionalizzare le procedure, nonché di intervenire in modo più diretto e consapevole nella valutazione dei progetti che interessano il territorio di competenza.

2.3 VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA (V.A.S.)

Tra gli obiettivi ed i compiti dell'Unione Europea figurano la "...promozione di uno sviluppo armonioso, equilibrato e sostenibile delle attività economiche e l'elevato livello di protezione dell'ambiente ed il miglioramento di quest'ultimo...", per questo motivo la tematica ambientale ha assunto



una posizione di rilievo nei diversi settori di investimento oggetto dei piani di sviluppo attuativi delle politiche comunitarie, con il preciso intento di definire strategie in grado di promuovere uno sviluppo realmente sostenibile.

A tale proposito una delle strade che possono essere percorse, seppure in tempi non brevi, riguarda l'applicazione di procedure di valutazione ambientale agli stru-

menti di pianificazione. La VIA, così com'è nata ed è stata applicata in Europa, si propone come procedura relativa a situazioni puntuali perché impostata sulla valutazione degli effetti di un singolo intervento o di particolari decisioni di localizzazione di impianti ad impatto rilevante. Tale "limite" comporta il rischio di perdere di vista il contesto globale in quanto la procedura di VIA valuta le implicazioni ambientali di un progetto in una fase posta a valle di scelte pianificatorie anziché a monte. Sulla base di queste considerazioni, l'introduzione nella pianificazione delle tecniche previste nella VIA è certamente un salto qualitativo per l'adozione di politiche territoriali adeguate agli obiettivi comunitari.

2.3.1 La V.A.S. nel contesto comunitario

Durante la sua evoluzione la VAS ha preso forme e denominazioni diverse a seconda della realtà nella quale è stata sviluppata. Le principali forme sotto le quali la VAS (che identifica il processo di valutazione dell'impatto ambientale di politiche, piani e programmi) è stata esaminata sono (World Bank 1993, 1996; Sadle&Verheem 1996; Brown 1997):

- **Valutazione d'Impatto delle Politiche**, che indica in particolare il processo di valutazione delle implicazioni ambientali delle politiche
- **Valutazione Ambientale Regionale**, che indica il processo di analisi delle implicazioni ambientali e sociali a scala regionale relative ad uno sviluppo multisettoriale durante un determinato periodo di tempo
- **Valutazione Ambientale di Settore**, che indica il processo di valutazione di determinati settori dello sviluppo economico e finanziario
- **Quadro Ambientale**, che indica il processo utilizzato nella formulazione dei primi stadi di programmazione di politiche, piani o programmi in grado di definire le principali implicazioni di carattere ambientale e sociale di determinate scelte o opportunità
- **Valutazione Ambientale Programmatica**, che indica il processo di valutazione delle varie azioni che interessano una determinata area geografica

Nonostante queste definizioni appaiano diverse, in realtà la finalità è la stessa; le diverse forme di valutazione scaturiscono dalle diverse esigenze istituzionali o tecniche dei piani e programmi o politiche da analizzare.

A questo proposito si può considerare il caso del Nord America dove per gli USA si è adottata la Valutazione Ambientale Programmatica mentre per il Canada si è adottata la Valutazione d'Impatto delle Politiche; entrambe hanno la stessa finalità ma i momenti e le applicazioni di valutazione (ai Trattati Internazionali, Nazionali, Progetti di Privatizzazione, Programmi Strutturali, proposte legislative, Spesa Nazionale) risultano essere differenti.

Tra queste diverse soluzioni quella adottata dalla Comunità Europea risulta tra le più restrittive in quanto considera gli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente (European Commission 1997, 2001); in particolare sono inclusi nella direttiva piani e programmi di pianificazione provinciale e urbana o la modifica degli esistenti, i programmi e piani di settore come ad esempio quelli dei trasporti, energetici, dei rifiuti, della gestione delle acque, i piani di sviluppo industriale (includendo anche quelli relativi alla cave e miniere), telecomunicazione e turismo.

Per contro non vengono considerati gli aspetti economici, sociali e la politica, determinando così, allo stato attuale, un forte limite al ruolo che questo strumento di valutazione potrà giocare nella pianificazione dell'Unione Europea.

Il percorso che ha portato alla definizione di una Direttiva Europea è cominciato con il primo programma di azione ambientale della Commissione Europea (Environmental Action Plan, EAP) del 1973 che sottolineò l'importanza di una VIA estesa a tutti i piani per prevenire danni ambientali agendo in una fase precoce dello sviluppo. Nel 1985 la Direttiva sulla VIA (85/337/CEE) stabilì le norme di redazione e valutazione delle procedure di VIA per il livello progettuale, e nel terzo EAP del 1987 si dispose di estendere tali criteri alle politiche ed ai piani e di procedere alla loro implementazione sulla base delle procedure previste nella direttiva sulla VIA (per i progetti). Nel 1989 la Commissione iniziò un lavoro interno su una prima proposta di direttiva sulla VAS; il quarto EAP comunitario 1993-2000 ha evidenziato la necessità di una valutazione di impatti ambientali di tutte le politiche rilevanti, dei piani e dei programmi, con lo scopo di garantire la sostenibilità ambientale dello sviluppo economico.

Nel 1993 un rapporto quinquennale della Commissione sull'applicazione ed efficacia della Direttiva sulla VIA tra gli Stati Membri ha mostrato come molte decisioni politiche fossero state definite al di sopra del livello progettuale, ponendo una intrinseca limitazione alla VIA progettuale, e come di conseguenza non venissero adeguatamente prese in considerazione possibili soluzioni alternative per la realizzazione e localizzazione di un progetto; ciò ha portato alla conclusione che una valutazione ambientale deve essere effettuata ad un livello decisionale più alto (al livello di pianificazione/programmazione), al fine di considerare tutti gli aspetti rilevanti indotti da una modificazione ambientale.

Nel percorso che ha portato alla definizione della procedura della VAS si inserisce la Convenzione di Espoo (sulla VIA degli impatti transfrontalieri) che raccomanda di applicare i principi della VIA progettuale alle politiche, ai piani¹⁰ ed ai

¹⁰ Il **Piano** è definibile come una serie di **obiettivi coordinati** e sincronizzati per l'attuazione di una politica. Il piano definisce una strategia o un disegno, opzioni, misure coordinate, per l'attuazione di una politica.

programmi¹¹. Questa convenzione è stata sottoscritta nel 1991 da 28 Paesi della Comunità Europea ed è entrata in vigore nel settembre del 1997.

Su queste premesse nel 1995 la Commissione Europea ha iniziato ad elaborare una direttiva per la VAS e il 4 dicembre dell'anno successivo ha adottato la "Proposta per la valutazione degli effetti dei piani e programmi sull'ambiente".

Tale proposta è divenuta operativa in seguito all'approvazione della **Direttiva 2001/42/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente "la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente", i cui obiettivi primari sono di garantire "un elevato livello di protezione dell'ambiente" e di contribuire "...all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile, assicurando che, ai sensi della presente direttiva, venga effettuata la valutazione di determinati piani e programmi che possano avere effetti significativi sull'ambiente..."(art.1).

La VAS completa l'esistente sistema di VIA progettuale estendendolo al livello di piani e programmi, individua le lacune del sistema esistente e fissa i requisiti minimi per assicurare una valutazione ambientale adeguata a livello strategico, basata sugli elementi procedurali esistenti della Direttiva sulla VIA.

2.3.2 Concetti e applicazioni della V.A.S.

La VAS è sempre stata associata ad obiettivi di sostenibilità ed è spesso presentata come uno strumento di valutazione che tiene conto del decremento del capitale naturale, aiutando a considerare correttamente il rapporto tra risorsa e consumo dei sistemi naturali, o assistendo la pianificazione per riportarla verso politiche e strategie di maggior sostenibilità. Sulla base di queste considerazioni, la sostenibilità risulta essere un implicito background della VAS; in realtà può anche diventare un traguardo con il quale possono essere misurati gli obiettivi e i criteri adottati da una VAS.

Una maggiore integrazione tra crescita economica e sostenibilità sottintende che i criteri ambientali di sostenibilità siano incorporati all'interno del processo di pianificazione fin dalle prime fasi. Indipendentemente dalle caratteristiche dei livelli e dei sistemi in gioco, la VAS può promuovere la sostenibilità solo se:

- il piano o programma è connesso con altri piani e politiche in un contesto istituzionale;

¹¹ Il **Programma** è definibile come una serie di **progetti** che riguardano un particolare settore sul quale la comunità intende organizzare una politica.

- esistono delle credibili e raggiungibili alternative che possano essere confrontate con lo stato di riferimento;
- si riconosce il livello di incertezza che caratterizza ogni piano o programma;
- si utilizzano semplici e pragmatici indicatori che possono seguire la fase di realizzazione del piano o programma;
- si adottano buoni meccanismi di comunicazione che permettano di coinvolgere tutti i principali "attori" interessati dal piano in modo che tutte le loro diverse osservazioni siano adeguatamente considerate.

La Valutazione Ambientale Strategica è uno strumento che, sin dalla prima definizione dei programmi, aiuta ad identificare gli interventi stessi e a rendere esplicite le priorità fra le soluzioni possibili. Essa focalizza l'attenzione sulle tematiche ambientali nel processo decisionale, può facilitare ed aumentare la consultazione e la partecipazione su aspetti ambientali e stabilire principi per lo sviluppo di specifiche classi di progetti. Approcci alternativi, interventi preventivi, negoziati, impatti cumulativi, indiretti e sinergici (che possono essere transettoriali), impatti indotti, impatti regionali o globali ed impatti non derivanti dal progetto (impatti risultanti dalle pratiche di gestione) possono tutti essere valutati meglio a livello di politica, piano o programma, piuttosto che solamente a livello di progetto. La Valutazione Ambientale Strategica garantisce che i problemi ed i bersagli ambientali siano identificati e definiti precocemente nel processo decisionale e siano valutati in modo interattivo ed ampio, dando così modo di porre l'adeguata attenzione alle diverse fasi di progettazione.

Da un punto di vista economico, la Direttiva già nelle prime fasi di piano fornisce un sistema più efficiente per la pianificazione e la conoscenza delle necessarie condizioni per gli investimenti futuri; questo può avere effetti positivi e stabilizzanti sugli investimenti di capitali. Inoltre il coinvolgimento del pubblico e delle Autorità competenti interessate aumenta la trasparenza del processo di pianificazione risultando di supporto ad una opzione preferita già allo stadio di pianificazione e quindi ad una migliore accettazione delle attività economiche a livello di progetto.

L'ambito di applicazione della VAS è essenzialmente costituito dai piani, urbani e regionali, e dai programmi soggetti a certe condizioni o vincoli.

In questo contesto si intendono "*piani e programmi [...] che:*

- sono elaborati e/o adottati da un'autorità a livello nazionale, regionale o locale oppure predisposti da un'autorità per essere approvati, mediante una procedura legislativa, dal parlamento o dal governo e
- che sono previsti da disposizioni legislative, regolamentari o amministrative" (Direttiva 2001/42/CE, art.2a).

Quindi, sono soggetti ad una valutazione ambientale i piani e i programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente, (art.3, paragrafo 1): in particolare tutti

i piani "che sono elaborati per i settori: agricolo – forestale - della pesca - delle telecomunicazioni – turistico - della pianificazione territoriale o della destinazione dei suoli e che definiscono il quadro di riferimento per l'autorizzazione dei progetti elencati negli allegati I e II della direttiva 85/337/CEE" (art.3, paragrafo 2a). Gli Stati membri determinano se i piani e programmi, diversi da quelli sopra citati possono avere effetti significativi sull'ambiente esaminandoli caso per caso; per tale valutazione, essi devono tenere conto dei criteri riportati all'Allegato II.

La valutazione ambientale "viene effettuata durante la fase preparatoria del piano o del programma ed anteriormente alla sua adozione o all'avvio della relativa procedura legislativa" (art.4, paragrafo 1) e comporta la redazione di un "rapporto ambientale in cui siano individuati, descritti e valutati gli effetti significativi che l'attuazione del piano o del programma potrebbe avere sull'ambiente nonché le ragionevoli alternative alla luce degli obiettivi e dell'ambito territoriale del piano o del programma" (art.5, paragrafo 1). Le informazioni richieste per la redazione di tale rapporto sono specificate nell'Allegato I. La proposta di piano o di programma insieme al rapporto ambientale sono inviati alle Autorità Competenti e messi a disposizione del pubblico interessato (art. 6); in fase di preparazione del piano o programma si deve tener conto del rapporto ambientale e dei pareri espressi da entrambi i soggetti sopra citati (art. 8).

È compito degli Stati membri, una volta approvati i piani o programmi, controllare gli effetti ambientali significativi dell'attuazione degli stessi, "al fine, tra l'altro, di individuare tempestivamente gli effetti negativi imprevisti [...]" (art.10, paragrafo 1). Il recepimento della Direttiva da parte degli Stati membri deve avvenire entro tre anni dopo l'entrata in vigore della stessa (entro il 2004).

La Valutazione Ambientale Strategica introduce un sostanziale cambiamento nelle modalità di elaborazione, attuazione e gestione dei grandi programmi di trasformazione territoriale. La VAS infatti non si esaurisce in un unico atto di valutazione, ma implica l'attivazione di un processo che deve seguire e supportare tutte le fasi di sviluppo del programma, dalla elaborazione dei progetti alla loro realizzazione, alla successiva gestione. Detta procedura ha perciò lo scopo di individuare preventivamente tutti gli impatti (positivi e negativi) che l'attuazione del programma potrebbe determinare sull'ambiente fisico, socio-economico e culturale dei territori interessati, con lo scopo di metterne in luce le reciproche interazioni e di ipotizzare i possibili scenari di mitigazione e compensazione. Il fine di tale procedura, che riguarda il sistema insediativo - ambientale nel suo complesso e non le singole opere, è la valutazione degli effetti sull'intero sistema territoriale connessi sia alla realizzazione del programma di sviluppo ipotizzato, sia alle ricadute conseguenti la fase successiva alla sua attuazione.

I benefici potenziali che la VAS può dare sono sintetizzabili nei seguenti punti:

- incoraggiare la considerazione degli obiettivi ambientali durante le attività di predisposizione delle politiche, dei piani e dei programmi all'interno delle organizzazioni non governative;
- facilitare la consultazione tra le autorità e favorire il coinvolgimento pubblico sulla valutazione degli aspetti ambientali della formulazione della politica, del piano e del programma;
- rendere ridondante la VIA per alcuni progetti;
- permettere la formulazione di misure di mitigazione per progetti successivi;
- incoraggiare la considerazione delle alternative spesso ignorate o non disponibili nella VIA;
- aiutare a determinare siti appropriati per progetti successivamente soggetti a VIA;
- permettere una analisi più efficace degli effetti cumulativi di progetti sia grandi che piccoli;
- incoraggiare e facilitare la considerazione degli effetti sinergici;
- consentire una considerazione più efficace di effetti ed attività indotti o secondari; facilitare la considerazione di impatti ad ampio raggio e dilatati nel tempo.

Quando certe alternative e significativi impatti ambientali non possono essere adeguatamente valutate al livello di progetto, può essere possibile valutarle a livello di programma, piano o politica, utilizzando una forma di VAS fondamentalmente simile nella sua natura a quella impiegata per i progetti. Perciò anche la VAS comprende lo screening, lo scoping, la previsione, la consultazione, la partecipazione pubblica, la mitigazione degli impatti ed il monitoraggio.

Le principali **fasi procedurali** della proposta di direttiva sulla VAS sono molto simili a quelle della esistente direttiva sulla VIA. Si possono sostanzialmente individuare le seguenti fasi:

- **Elaborazione di un rapporto (statement) ambientale da parte dell'Autorità responsabile del piano/programma:** questo documento rappresenta lo strumento di raccolta ed elaborazione dell'informazione ambientale necessaria per una decisione ponderata. La direttiva proposta stabilisce anche una procedura di scoping, con la quale viene definita l'informazione necessaria tale da consentire la valutazione degli impatti significativi diretti ed indiretti derivanti dall'implementazione del piano/programma sull'uomo, su fauna e flora, su suolo, acqua, aria, clima, paesaggio, beni materiali e patrimonio culturale. Deve essere anche preparata una sintesi non tecnica dell'informazione contenuta nel rapporto ambientale (statement).

Tale rapporto deve contenere:

- una descrizione degli obiettivi e dei contenuti del provvedimento oggetto di valutazione,

- una descrizione dei caratteri ambientali delle aree che saranno interessate dal provvedimento,
 - l'indicazione dei problemi ambientali esistenti che sono rilevanti per il provvedimento,
 - una descrizione degli obiettivi di tutela ambientale di carattere nazionale, europeo e internazionale e dei piani di livello gerarchico analogo al provvedimento oggetto di valutazione, che sono rilevanti per il provvedimento stesso e di come sono stati considerati in esso,
 - una descrizione dei probabili effetti sull'ambiente del provvedimento,
 - l'indicazione delle alternative considerate per raggiungere gli obiettivi del provvedimento e le ragioni della loro esclusione,
 - una descrizione delle misure individuate per prevenire, ridurre ed eliminare ogni effetto negativo sull'ambiente del provvedimento,
 - una descrizione delle difficoltà incontrate nel predisporre le informazioni richieste (limiti tecnici o lacune nelle competenze),
 - un riassunto non tecnico dello studio di VAS.
- **Consultazioni:** ci deve essere un coinvolgimento del pubblico e delle Autorità/Enti ambientali per garantire la trasparenza delle procedure e per utilizzare le conoscenze esistenti tra il pubblico come informazioni aggiuntive. La bozza di piano/programma, come pure il rapporto ambientale deve essere reso disponibile al pubblico ed alle Autorità/Enti interessati, che possono fornire osservazioni su tali documenti. I risultati di questo processo di consultazione sono importanti aiuti al processo decisionale dell'Autorità Competente. In caso in cui si prevedano significativi impatti transfrontalieri di piani/programmi sull'ambiente di un altro Stato Membro è prevista una procedura di consultazione sulla base delle informazioni raccolte, della bozza di piano/programma e del rapporto ambientale.
 - **Considerazione dei risultati della valutazione** prima dell'adozione del piano/programma.
 - **Informazione sull'adozione:** in seguito all'adozione del piano/programma, le Autorità/Enti ambientali ed il pubblico interessato devono essere informati su quanto adottato e deve essere reso disponibile un documento informativo su come si è tenuto conto dell'informazione raccolta attraverso la VAS.

La seguente tabella (tab. 2.2) mette a confronto le procedure di VIA e di VAS sulla base di quanto detto finora:

VAS	VIA
Processo decisionale di strategie	Processo decisionale di progetti
Considera l'insieme degli interventi previsti dai piani generali o di settore	Considera le azioni relative ad un progetto
Considera alternative di più alto livello decisionale basate sull'adozione di soluzioni preventive degli impatti	Considera le misure di mitigazione preventive, localizzative e progettuali
Rapporto fra proponente e decisore, finalizzato a creare consenso sulle scelte dell'autorità competente	Rapporto fra proponente e decisore, finalizzato a completare il percorso di approvazione dell'opera

tab. 2.2 - Rapporto tra le procedure di VIA e di VAS

2.3.3 La VAS nel contesto nazionale e regionale

Parallelamente alla discussione in corso a livello europeo relativamente alle procedure di Valutazione Ambientale Strategica, in Italia alcune regioni hanno anticipato la direttiva 2001/42/CE introducendo la VAS, seppur in modo parziale, nell'ambito delle leggi regionali sulla VIA o in altre leggi di settori specifici come la pianificazione territoriale e l'urbanistica.

Nella seguente tabella (tab. 2.3) viene illustrata, in modo schematico, la situazione inerente al recepimento della Direttiva sulla VAS delle Regioni e Province Autonome che finora hanno introdotto, o hanno in programma di introdurre, la VAS nella loro realtà territoriale contemplando tale disciplina nella loro legislazione o sperimentandola su specifici piani o programmi¹².

¹² Le informazioni sono state raccolte dal Centro VIA Italia ed estratte dal documento "La VAS nelle regioni italiane" presentato al Convegno "Prospettive di sviluppo della valutazione ambientale strategica in Italia" del 5 febbraio 2002 (Fondazione Eni Enrico Mattei).

REGIONE	RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA CHE INTRODUCE LA VAS
<i>Basilicata</i>	Attualmente la legge vigente sulla VIA (L.R. 47/98) è in fase di modifica; tra gli emendamenti si intende inserire anche un articolo inerente alla VAS
<i>Calabria</i>	La legge sulla VIA in corso di definizione contiene riferimenti alla VAS
<i>Emilia Romagna</i>	L.R. n.20 del 23/3/2000 " <i>Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio</i> ", articoli 5, 14, 18, 40. L'esperienza nel campo della VAS è rappresentata dal Comune di Bologna con il progetto VALSIA (Valutazione degli Studi di Impatto Ambientale) per i piani e le opere previsti nel proprio territorio comunale.
<i>Friuli Venezia Giulia</i>	L.R. n.43 del 7/9/90 Ordinamento nella Regione Friuli Venezia Giulia della VIA, articolo 5
<i>Lazio</i>	È stata sperimentata la VAS in occasione della formulazione del piano di coordinamento dei porti.
<i>Liguria</i>	L.R. n.38 del 30/12/98 " <i>Disciplina della VIA</i> ", Articoli 3, 4, 5 L.R. n.36 del 4/9/97, legge urbanistica
<i>Lombardia</i>	Una prima esperienza di valutazione ambientale di piani si può ricondurre alla legislazione per la ricostruzione e lo sviluppo economico - sociale della Valtellina, emanata (1989 - 1992) a seguito della catastrofica alluvione del 1987
<i>Marche</i>	La legge sulla VIA in corso di definizione contiene riferimenti alla VAS
<i>Piemonte</i>	L.R. n.40 del 14/12/98 " <i>Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione</i> ", Articoli 1, 20 L. 285 del 9/19/2000 " <i>Interventi per i giochi olimpici invernali Torino 2006</i> " con i seguenti recepimenti regionali: - DGR 18 dicembre 2000 n.61 - 1774 " <i>Procedure e contenuti per la Valutazione di Impatto Ambientale del piano degli interventi per i Giochi Olimpici Invernali Torino 2006 - adozione ai sensi dell'art.1 comma 4 L.285/00</i> " - DGR 9 aprile 2001, n. 45 - 2741 " <i>Valutazione Ambientale Strategica del Piano degli interventi per i Giochi Olimpici Invernali Torino 2006</i> "
<i>Toscana</i>	L.R. n.5 del 16/1/95 " <i>Norme per il governo del territorio</i> "

Umbria	L.R. n 28 del 10/4/1995, "Norme in materia di pianificazione territoriale e urbanistica" L.R. n.31 del 31/10/ 1997 "Disciplina della pianificazione urbanistica" L.R. 27 del 24/3/2000 "Piano urbanistico territoriale"
Valle d'Aosta	L.R. n.14 del 18/6/99 "Nuova disciplina di VIA", articolo 6 L.R. n. 11 del 6/4/1998 "Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale"
Provincia autonoma di Bolzano	L.R. n. 7 del 24/7/98 "Valutazione dell'impatto ambientale", articolo 5
Provincia autonoma di Trento	L.P. 22 del 5/9/91 "Legge urbanistica", articolo 31 Delibera n.2086 del 25/2/94 Nella legge finanziaria attualmente in discussione vi è un articolo che adegua alla direttiva sulla VAS

tab. 2.3 - Situazione relativa all'adozione della procedura di VAS da parte delle Regioni e delle Province Autonome

Come emerge dalla tabella, gli approcci finora adottati dalle Regioni sono diversi e diverse sono le disposizioni di legge in quanto si indirizzano verso due concezioni di Valutazione Ambientale Strategica differenti:

- in alcuni casi si parla di VAS intesa come *integrazione delle tematiche ambientali* negli strumenti di pianificazione e programmazione; in questa direzione sono orientate Regioni come la Toscana, la Liguria e l'Emilia Romagna
- in altri casi la VAS viene intesa come un'*estensione della procedura di V.I.A.* (finora applicata ai progetti) anche ai piani e programmi; su questa linea si orientano Regioni come la Valle d'Aosta o il Piemonte.

Il caso della Regione Piemonte: il Piano Olimpico Torino 2006

Il primo esempio organico e strutturato della procedura di Valutazione Ambientale Strategica nella Regione Piemonte è rappresentato dagli adempimenti della L. 285/2000 che, oltre a istituire a livello nazionale l'Agenzia per lo svolgimento dei Giochi Olimpici, richiede esplicitamente che sia allegata al Piano Olimpico Torino 2006 (P.O.) la Valutazione Ambientale Strategica, divenendo così di fatto la prima

VAS richiesta dalla normativa nazionale. In questo contesto gli studi volti all'ottenimento della compatibilità ambientale, avviati fin dal 2000 attraverso la fase *ex ante* della VAS, hanno considerato gli effetti positivi e negativi, diretti od indiretti sul territorio nel breve e medio periodo relativi alle opere connesse ai Giochi Olimpici "misurando", in una logica di insieme, la compatibilità delle stesse con il territorio e la loro sostenibilità economica.



Il Programma Olimpico

Il Programma per le Olimpiadi Invernali del 2006 (o, più brevemente, Programma Olimpico - P.O.) è un piano, predisposto dall'apposito Comitato Organizzatore Toroc, che definisce e coordina un insieme di interventi atti a creare, a Torino e nelle sue valli (di Susa e Chisone), le migliori condizioni per ospitare i Giochi Olimpici.

Il P.O. si propone di potenziare e migliorare attrezzature, servizi e spazi naturali, viabilità e trasporti già esistenti, eliminando od alleviando le carenze e le situazioni di rischio che potrebbero pregiudicare od ostacolare lo svolgimento dei Giochi riarmonizzando le aree interessate. Il Piano specifica maggiormente quanto già contenuto nel Dossier di candidatura, sulla base del quale il Comitato Internazionale Olimpico ha scelto Torino come luogo dei prossimi Giochi, dopo Salt Lake City (2002), con alcune variazioni non sostanziali resesi opportune per la miglior fattibilità degli interventi rispetto alle ulteriori richieste del CIO (Comitato Internazionale Olimpico) e con

riferimento alla L. 285/2000 con la quale sono stati decisi gli stanziamenti per gli interventi stessi ed è stata costituita l'Agazia per gestirli.

Sebbene la maggior parte degli impianti, delle attrezzature e dei servizi necessari per lo svolgimento di tutti i Giochi invernali esista già, gli interventi di completamento e miglioramento previsti, potranno avere ulteriori ricadute sull'ambiente naturale, socio-economico e culturale di Torino e dei territori interessati. Se non adeguatamente controllati tali interventi potranno, già in fase di costruzione, determinare effetti indesiderabili sugli spazi e le risorse naturali, sul paesaggio e le condizioni di vita delle popolazioni. D'altro canto essi potranno concorrere a migliorare la qualità ambientale e soprattutto le opportunità di sviluppo durevole delle popolazioni stesse, a rilanciare l'immagine e la capacità d'attrazione di Torino e delle sue valli, con effetti che si faranno sentire ben oltre lo svolgimento dei Giochi.

La Valutazione Ambientale Strategica ha perciò lo scopo di considerare ed evidenziare tutti gli effetti, positivi e negativi, che l'attuazione del Programma potrebbe generare sull'ambiente fisico, socio-economico e culturale dei territori interessati, per far sì che siano evitati o minimizzati gli effetti negativi e rafforzati quelli positivi. Essa deve perciò valutare (valutazione *ex ante*) non soltanto ciò che succederà in preparazione dei Giochi e durante i Giochi, ma anche ciò che potrà succedere dopo il loro svolgimento, per effetto degli interventi attuati. Essa, d'altra parte, deve valutare il Programma nel suo complesso, prendendo in considerazione i singoli interventi previsti solo in quanto parte integrante di tale Programma: la valutazione riguarda cioè il sistema e non le singole opere.

Gli "attori" che partecipano al tavolo della VAS di Torino 2006, sono molteplici e rappresentano aspetti diversi della collettività:

- il Proponente, il TOROC, che insieme ad alcuni Dipartimenti del Politecnico di Torino oltre ad aver "pensato" come tradurre nella pratica gli obblighi imposti dal CIO (Comitato Internazionale Olimpico) per quanto concerne il Programma Olimpico, ha redatto lo Studio di Compatibilità Ambientale richiesto dalla VAS (utilizzato dalla Regione Piemonte, d'intesa col Ministero Ambiente, per esprimere il "giudizio di compatibilità" che deve consentire al Comitato Organizzatore di procedere allo sviluppo del Programma).
- la Giunta Regionale che, attraverso la partecipazione di tutte le Direzioni Regionali e con il supporto tecnico scientifico dell'ARPA Piemonte, ha esaminato criticamente tutti gli aspetti relativi alla procedura sottoposta a VAS, definito i criteri di ammissibilità dei progetti ai finanziamenti e garantito il controllo delle opere anche dal punto di vista ambientale;
- il Ministero dell'Ambiente che ha attivamente partecipato alla fase di verifica dello studio e definito, con la Regione, l'iter della procedura ;

- i cittadini, direttamente o indirettamente rappresentati dagli Enti Locali, dalle Associazioni e da Comitati Spontanei, che hanno espresso timori o suggerito nuove soluzioni localizzative e progettuali.

Il P.O. prevede un'ampia gamma di interventi, ai quali la Legge apposita assicura copertura finanziaria per la realizzazione o l'adeguamento degli impianti sportivi ed opere connesse e per il miglioramento la viabilità. Nell'insieme, gli interventi possono essere suddivisi in interventi strettamente necessari per consentire lo svolgimento di tutti i Giochi Olimpici, interventi integrativi, non strettamente necessari ma utili per rafforzare le ricadute positive che il Programma potrà generare ai fini dello sviluppo locale e interventi indotti, utili o necessari per migliorare le condizioni in cui si svolgeranno i Giochi e, più in generale, la qualità ambientale dei territori interessati.

Gli interventi sono orientati in due direzioni principali:

- il potenziamento e la qualificazione dell'offerta sportiva, ricreativa e ricettiva, parte in Torino, parte nelle Valli.
- il miglioramento dell'accessibilità e della mobilità.

Le principali fasi della VAS Olimpica

Lo schema seguente riprende sinteticamente le fasi principali predisposte dall'UE per la redazione della VAS, riportando la descrizione dei diversi livelli nei quali la stessa si suddivide ed evidenziando gli ambiti ed i settori principali in cui l'ARPA Piemonte ha operato come supporto tecnico scientifico dei settori Regionali:

Valutazione della situazione ambientale – Elaborazione di dati di riferimento.

La prima fase è stata curata principalmente del Proponente (Toroc) insieme al Politecnico di Torino. Questa fase ha richiesto l'individuazione, la rielaborazione e la presentazione delle informazioni relative allo stato dell'ambiente e delle risorse naturali (ARPA 1999-2000) nell'area interessata dal Piano Olimpico partendo dal documento di candidatura riportante le informazioni ambientali (Green Card). Questa attività è stata eseguita anche sulla scorta delle informazioni relative agli indicatori di qualità ambientale forniti dai Settori Regionali e Provinciali ed utilizzati dall'Agenzia nelle sue normali attività di monitoraggio del territorio. Questa fase si è conclusa nel febbraio 2000.

Valutazione ambientale dello studio di compatibilità ambientale.

A seguito della consegna e pubblicazione dello studio di compatibilità ambientale da parte del Proponente secondo quanto richiesto dalla L.285/2000, la Regione ha atti-

vato (settembre 2000) un gruppo di lavoro regionale interassessorile comprendente anche l'ARPA Piemonte, volto all'analisi critica:

- delle implicazioni dal punto di vista ambientale del Programma Olimpico (P.O.);
- delle priorità di sviluppo previste da piani o programmi inerenti l'area o i settori interessati dal P.O.;
- della definizione degli obiettivi progettuali e del grado di integrazione delle problematiche ambientali nei rispettivi obiettivi;
- delle finalità e priorità degli interventi dal P.O.

Questa analisi ha considerato in quale misura la strategia di programma, definita nel P.O. e dettagliata nello Studio di Compatibilità Ambientale, agevoli od ostacoli lo sviluppo sostenibile dell'area in questione e in termini più ampi dell'intera Regione. Questa fase si è articolata attraverso l'esame della bozza di documento nei termini della sua conformità alle politiche e alla legislazione regionale, nazionale e comunitaria in campo ambientale e, per quanto riguarda l'ARPA, di verifica e confronto dei dati e delle previsioni elaborati dal Proponente (Toroc)

Definizione degli Indicatori in campo ambientale per la verifica delle performance del P.O.

Al termine della fase di analisi del documento di Compatibilità Ambientale si è giunti alla proposizione e definizione degli indicatori ambientali e di sviluppo sostenibile che sono stati adottati, con apposita Delibera di Giunta Regionale, con l'intento di qualificare e semplificare le informazioni di carattere ambientale che verranno raccolti, in modo da agevolare la comprensione, sia da parte dei responsabili delle decisioni sia da parte del pubblico, delle interazioni tra l'ambiente e i problemi chiave del P.O.. Sinteticamente gli indicatori adottati sono: indicatori di Impatto o di Pressione, indicatori di riferimento o di Stato e indicatori di Prestazione.

Integrazione dei risultati della valutazione nella decisione definitiva in merito ai piani e ai programmi e predisposizione del bilancio ambientale.

Questa è la fase in cui è giunto attualmente il processo di VAS del P.O.; questa fase richiede la verifica dei dati raccolti e validati dal proponente per la fase *ante operam* di riferimento e l'adozione e l'implementazione del Bilancio Ambientale del P.O.

Da quanto detto precedentemente emerge come la divisione formale tra "Proponente" e "Valutatore" tende ad essere sempre meno evidente, pur mantenendo la responsabilità etica del proprio ruolo, a favore di nuove forme di partenariato nell'ottica dell'integrazione e ottimizzazione dei contributi profusi dalle diverse professionalità e competenze.

Obiettivi di Sostenibilità Ambientale

Prima di giungere alla definizione degli indicatori ambientali è stato necessario identificare e condividere con il Proponente, **gli obiettivi di sostenibilità ambientale** del Piano indicati dallo studio di compatibilità e rivisti in fase di analisi da parte dei settori regionali. A tali obiettivi dovrà riferirsi l'attuatore del P.O. (Toroc ed Agenzia Torino 2006) attraverso il Bilancio Ambientale individuando variazioni significative dello Stato Ambientale iniziale posto come riferimento minimale degli interventi.

Il P.O. deve comunque concorrere al miglioramento delle condizioni di vita e delle prospettive di sviluppo delle comunità locali e della stessa comunità regionale, sebbene le azioni perseguibili col Programma siano necessariamente limitate nell'ambito definito dall'apposita legge nazionale, il contributo che esso può portare in questa direzione non può certo essere sottovalutato: infatti non soltanto il miglioramento delle situazioni ambientali rappresenta una condizione imprescindibile per la sua attuabilità; ma è anche vero che le risorse mobilitabili e la dimensione spaziale investita conferiscono al Programma Olimpico una grande potenziale incidenza sui processi di trasformazione e di sviluppo che potranno aver luogo nei prossimi anni nei territori interessati.

I principali obiettivi di sostenibilità individuati a cui il P.O. dovrà riferirsi sono:

- la minimizzazione dell'utilizzo di risorse non rinnovabili;
- l'utilizzo delle risorse rinnovabili entro i limiti delle possibilità di rigenerazione delle stesse;
- la gestione eco-compatibile ed il riuso dei rifiuti e delle sostanze inquinanti;
- la conservazione e miglioramento della situazione degli ecosistemi e la loro connettività;
- il mantenimento e miglioramento del suolo e delle risorse idriche;
- il mantenimento e miglioramento del patrimonio storico e culturale;
- il mantenimento e miglioramento della qualità dell'ambiente locale;
- la tutela dell'atmosfera su scala locale e regionale;
- lo sviluppo locale della sensibilità, l'istruzione e la formazione in campo ambientale;
- la promozione della partecipazione del pubblico alle decisioni in materia di sviluppo sostenibile.

Tali obiettivi possono essere distinti in:

- obiettivi "*di razionalizzazione*", che mirano a rendere i processi di trasformazione compatibili col rispetto dell'ambiente e ad affrontare in modo più sistematico e complesso i fattori di fondo che influiscono sulle condizioni ambientali;
- obiettivi "*di sostenibilità*", che mirano non solo a non aggravare le criticità in atto ma ad imprimere radicali miglioramenti, puntando ad un'elevazione concreta e duratura, ancorché graduale, della qualità ambientale e delle condizioni di sviluppo;

- obiettivi *“di mitigazione”*, che mirano essenzialmente a contenere o ridurre i guasti attuali o temuti, a mitigare gli effetti negativi, a non peggiorare le situazioni in atto con opportune misure tecnologiche o a riparare i danni con interventi di risarcimento, bonifica o recupero che tuttavia non intervengono nei processi e non agiscono sulle cause.

Tale distinzione può essere ripetuta per tutti i settori d'intervento, di cui alla lista seguente; tenendo presente che gli obiettivi da perseguire in ciascun settore sono sempre più o meno interconnessi con quelli degli altri settori ed è quindi necessario individuare le priorità ed in particolare evidenziare quegli obiettivi che devono rappresentare punti irrinunciabili di riferimento. I settori di intervento individuati e gli obiettivi di riferimento sono:

- Energia: il Programma deve contribuire a migliorare i bilanci energetici
- Acque e suolo: il Programma deve contribuire al miglioramento della stabilità e della gestione del suolo e delle acque
- Biodiversità e paesaggio: il Programma deve contribuire alla tutela della biodiversità, al miglioramento della qualità e dell'efficienza ecosistemica, alla valorizzazione del paesaggio
- Mobilità e trasporti: il Programma deve contribuire al miglioramento dei rapporti tra i costi e i benefici recati complessivamente dai sistemi di mobilità e trasporti
- Sviluppo locale sostenibile: il Programma deve contribuire all'attivazione di processi di innovazione e di sviluppo locale endogeno e sostenibile

Gli obiettivi del P.O. non possono prescindere da quelli più generali ed ampi inseriti in un contesto regionale e provinciale di *“sviluppo ambientalmente sostenibile”* delle aree e dei territori interessati. Il ruolo specifico del P.O. è quello di agire come volano lungo un percorso che conduce a ripensare uno sviluppo che in assenza di guida potrebbe dar luogo ad una maggior entropia ambientale con riflessi negativi verso tutte le componenti rappresentate. Agli altri Enti locali presenti resta il compito non facile di inserire il P.O. negli strumenti di ordinario governo del territorio ai quali la VAS demanda molte delle implicazioni progettuali e pianificatorie. È importante quindi sottolineare che gli obiettivi di sostenibilità richiedono l'aggregazione attorno al P.O. di sinergie ed attitudini cooperative tra Pubblico e Privato assolutamente nuove per il contesto in esame.

2.4 VALUTAZIONE DI INCIDENZA ECOLOGICA (VIEc)

La preoccupazione derivante dalla progressiva perdita di diversità biologica ha portato ad attivare importanti iniziative volte alla conservazione delle risorse naturali. L'efficacia delle misure di protezione da adottare dipende dalla capacità di regolare le pressioni esistenti non solo



all'interno delle aree sensibili dal punto di vista naturalistico, ma anche all'esterno. Non essendo sempre applicabile una forma di protezione totale, che impedisca cioè qualsiasi attività antropica, la tendenza delle politiche di conservazione degli habitat naturali è volta verso una gestione delle risorse attenta ad un utilizzo sostenibile.

A livello europeo e nazionale i primi atti basati sugli obiettivi di salvaguardia dell'ambiente e conservazione della biodiversità e degli habitat naturali, erano volti ad individuare azioni vincolistiche secondo liste di specie o di ambienti da proteggere. Dalla fine degli anni ottanta si sviluppa invece un nuovo e più concreto approccio, che consiste nella predisposizione d'azioni mirate ad individuare le condizioni degli elementi da tutelare, valorizzando così l'intervento pianificatorio. In questo modo il nuovo approccio alla tutela delle risorse prevede azioni di controllo delle attività antropiche attraverso la realizzazione di monitoraggi costanti, che permettono un controllo ambientale più mirato.

In questo contesto si inserisce la Valutazione d'Incidenza Ecologica che affianca la VIA e la VAS nell'identificazione, quantificazione e valutazione dei potenziali impatti esistenti su habitat di rilevanza naturalistica.

2.4.1 La VIEc nel contesto comunitario

L'impegno europeo in materia ambientale risale agli anni settanta; in particolare una delle prime norme connesse alla questione della conservazione della natura è stata emanata

nel 1979¹³ e corrisponde alla **Direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici**. Questa, nota con il nome di "*Direttiva Uccelli*", è volta a proteggere e conservare a lungo termine tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli Stati membri (ad eccezione della Groenlandia).

Un altro grande passo in materia di conservazione della natura è stato fatto in sede della Conferenza Internazionale tenutasi a Rio de Janeiro (1992), in cui è stata ratificata la Convenzione sulla diversità biologica. In seguito a questo importante appuntamento internazionale la Comunità Europea ha emanato la **Direttiva Habitat 92/43/CE**, con la quale ha affermato il principio secondo cui la salvaguardia della diversità biologica e delle specie animali e vegetali a rischio di riduzione drastica o di estinzione debba passare attraverso la protezione e gestione degli habitat interessati dalla presenza di tali specie.

Le due **direttive comunitarie Uccelli e Habitat** sono state estremamente innovative per quanto riguarda la legislazione sulla conservazione della natura, infatti non solo hanno colto l'importanza di tutelare gli habitat per proteggere le specie, recependo in pieno i principi dell'ecologia, ma si sono poste come obiettivo la costituzione di una rete ecologica organica a tutela della biodiversità in Europa. Nasce così **Natura 2000**: un progetto ancora in corso di definizione il cui obiettivo è la costruzione di un sistema di aree naturali correlate tra loro da un punto di vista funzionale. Per la realizzazione di tale progetto si devono considerare non solo le aree ad alta naturalità ma anche quei territori contigui che costituiscono l'anello di collegamento tra ambiente antropico e ambiente naturale; in particolare assumono un ruolo strategico i corridoi ecologici, territori indispensabili per mettere in relazione aree spazialmente distanti ma funzionalmente connesse. Lo schema presentato in **fig. 2.3** mostra il percorso ancora in atto per il raggiungimento degli obiettivi di conservazione della natura su scala internazionale.

In questo contesto le due Direttive comunitarie sono un ottimo punto di partenza per ricostituire le relazioni di un territorio, come quello europeo, che ha subito la frammentazione degli ambienti naturali a favore dell'insediamento umano. In particolare la Direttiva Habitat stabilisce quali ambienti e specie devono essere tutelati (Allegati 1 e 2 successivamente modificati dalla **Direttiva 97/62/CE**) e obbliga a ragionare sulla gestione dei siti di interesse naturalistico mettendo insieme le diverse esigenze di conservazione, di fruizione e di sviluppo economico. A questo proposito la Direttiva non impone alcun vincolo particolare lasciando agli Stati la libertà di agire nel modo ritenuto più opportuno anche in funzione di ciascuna realtà locale.

¹³ A premessa della Direttiva infatti è scritto che: "...la dichiarazione del Consiglio del 22 novembre 1973, concernente un programma d'azione delle Comunità europee in materia ambientale, prevede azioni specifiche per la protezione degli uccelli, completata dalla risoluzione del Consiglio delle Comunità europee e dei rappresentanti dei governi degli Stati Membri, riuniti in sede di Consiglio, del 17 maggio 1977, concernente il proseguimento e l'attuazione di una politica e di un programma di azione delle Comunità europee in materia ambientale..."

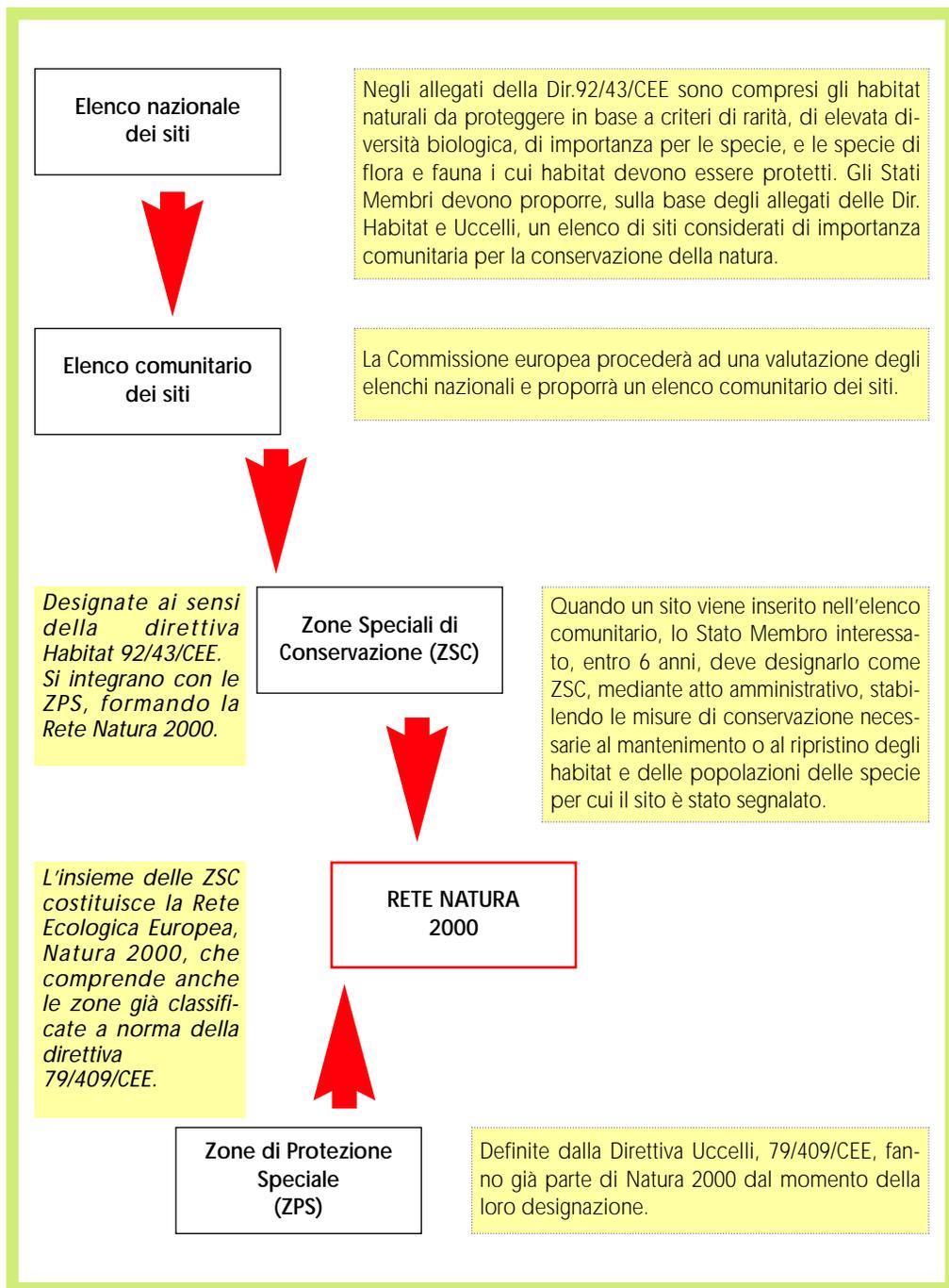


fig. 2.3 - Schema riassuntivo e tempi d'attuazione per la realizzazione della rete Natura 2000

Sulla base degli obiettivi che la Comunità Europea si è prefissata, la Direttiva Habitat prevede l'introduzione della Valutazione di Incidenza Ecologica (VIEc), sostenendo che "qualsiasi progetto o piano non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito (Zone Speciali di Conservazione¹⁴) ma che possa avere incidenze significative su tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani o progetti, forma oggetto di un'opportuna valutazione d'incidenza che ha sul sito, tenendo conto degli obiettivi di conservazione del medesimo" (Art.6, comma 3)¹⁵.

2.4.2 La VIEc nel contesto nazionale

Lo stato italiano, ha recepito la Direttiva Habitat con il DPR 8 settembre 1997 n. 357 Regolamenti recante attuazione della Direttiva 92/43/CE relativa alla conservazione¹⁶ degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

Il campo di applicazione del DPR 357/97 è descritto nell'art. 1:

Il presente regolamento disciplina le procedure per l'adozione delle misure previste dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat" relativa alla conservazione degli habitat naturali¹⁷ e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, ai fini della salvaguardia della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali elencati nell'allegato A e delle specie della flora e della fauna indicate agli allegati B, D ed E al presente regolamento.

Nel D.P.R vengono elencate le aree speciali di conservazione e le specie faunistiche e vegetali di interesse comunitario presenti in Italia la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione (Allegati A e B); le Regioni e le Province Autonome, individuati *i siti in cui si trovano i tipi di habitat elencati nell'Allegato A ed habitat delle specie di cui all'Allegato B*, devono comunicare l'elenco al Ministero dell'Ambiente il quale trasmette alla Commissione Europea la pro-

¹⁴ Le ZSC rappresentano i Siti di Importanza Comunitaria inseriti dalla Commissione europea nell'elenco comunitario e designati dallo stato membro come ZSC mediante atto amministrativo, che stabilisce le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino degli habitat e delle popolazioni delle specie per cui il sito è stato segnalato.

¹⁵ Si rimanda alla sesta parte del presente libro per una trattazione relativa alle modalità di applicazione di una Valutazione d'Incidenza.

¹⁶ L'articolo 2 comma 1 del DPR 357/97 definisce la **conservazione** come "un complesso di misure necessarie per mantenere o ripristinare gli habitat naturali e le popolazioni di specie di fauna e flora selvatiche in uno stato soddisfacente..."

¹⁷ L'Art. 2 comma 1 punto b) definisce "**Habitat naturali**: le zone terrestri o acquatiche che si distinguono in base alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali.

posta dei siti di importanza comunitaria per costituire la rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione denominata "Natura 2000" (art.3 comma 1). Nell'Allegato C del Decreto si stabiliscono i criteri di selezione di tali siti.



Il Decreto prevede l'adozione di *misure idonee per garantire il monitoraggio dello stato di conservazione delle specie e degli habitat naturali di interesse comunitario* (art. 7), individua le linee fondamentali per la gestione della flora e della fauna (principi per la tutela, i prelievi, le introduzioni e le reintroduzioni) e delle aree di collegamento ecologico tra i SIC. Esso prevede a livello generale le modalità della procedura di VIEc a cui tutte le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano devono adeguarsi (art. 5) e i contenuti della relazione per la valutazione di incidenza ecologica di piani e progetti (allegato G). Qualora la realizzazione di nuove opere, piani o progetti interferisca anche solo parzialmente con un Sito di Importanza Comunitaria¹⁸ (SIC) si rende necessaria una valutazione dell'incidenza degli interventi previsti rispetto alle caratteristiche ecologiche del Sito e agli obiettivi di conservazione prefissati. La

¹⁸ I **Siti di Importanza Comunitaria** sono i siti che l'Italia ha proposto alla Comunità Europea sulla base delle caratteristiche ecologiche stabilite dagli Allegati della Direttiva Habitat.

realizzazione delle attività presentate in sede di VIEc può essere autorizzata dalla Autorità Competente se ne viene dimostrata la compatibilità ambientale.

L'articolo 5 comma 8 del Decreto prevede inoltre che:

Qualora nonostante le conclusioni negative della Valutazione di Incidenza sul sito e di mancanza di soluzioni alternative possibili, il piano o progetto debba essere realizzato per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale ed economica, le Amministrazioni Competenti adottano ogni misura compensativa necessari per garantire la coerenza globale della rete "Natura 2000" e ne danno comunicazione al Ministero dell'Ambiente per le finalità di cui all'art. 13 del presente regolamento.

L'articolo 5 comma 9 invece prevede che:

Qualora nei siti ricorrano tipi di habitat naturali e specie prioritari¹⁹ il piano o il progetto di cui sia stata valutata l'incidenza negativa sul sito di importanza comunitaria, può essere realizzato soltanto con riferimento ad esigenze connesse con la salute dell'uomo e la sicurezza pubblica o con esigenze di primaria importanza per la gente, ovvero, previo parere della Commissione Europea, per altri motivi imperativi di rilevante interesse pubblico.

¹⁹ Si definiscono:

Habitat naturali di interesse comunitario gli habitat che nel territorio europeo rischiano di scomparire nella loro area di ripartizione naturale, ovvero hanno un'area di ripartizione naturale ridotta a seguito della loro regressione o per il fatto che la loro area è intrinsecamente ristretta, ovvero costituiscono esempi notevoli di caratteristiche tipiche di una o più delle sei regioni biogeografiche (alpina, atlantica, boreale, continentale, macaronesica e mediterranea). Sono gli habitat elencati nell'Allegato A del DPR 3578/97.

Habitat naturali prioritari sono habitat naturali che rischiano di scomparire nel territorio europeo e per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale. Tali tipi di habitat naturali prioritari sono contrassegnati da un asterisco (*) nell'allegato A del DPR 357/97.

Specie di interesse comunitario sono le specie che nel territorio sono in pericolo, tranne quelle la cui area di ripartizione naturale si estende in modo marginale su tale territorio e che non sono in pericolo né vulnerabili nell'area del paleartico occidentale; oppure sono vulnerabili, vale a dire che il loro passaggio nella categoria delle specie in pericolo è ritenuto probabile in un prossimo futuro, qualora persistano i fattori alla base di tale rischio; oppure sono rare, vale a dire che le popolazioni sono di piccole dimensioni e che, pur non essendo attualmente in pericolo né vulnerabili, rischiano di diventarlo; oppure sono endemiche e richiedono particolare attenzione, data la specificità del loro habitat e/o le incidenze potenziali del loro sfruttamento sul loro stato di conservazione. Queste specie figurano o potrebbero figurare nell'allegato II e/o IV o V della Direttiva Habitat.

Specie prioritarie sono le specie per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale compresa nel territorio europeo. Tali specie prioritarie sono contrassegnate da un asterisco (*) nell'allegato B del DPR 357/97.

2.4.3 La VIEc nel contesto della Regione Piemonte

Per rispondere alle disposizioni della Direttiva 92/43/CE la Regione Piemonte ha emanato la L.R. 47/95 – *Norme per la tutela dei Biotopi* con la quale ha individuato i biotopi²⁰ di interesse naturale, ecologico, culturale e scientifico presenti sul proprio territorio, allo scopo di (art. 1):

- tutelare la biodiversità di specie ed ambienti naturali;
- mantenere e ripristinare in uno stato di conservazione soddisfacente gli ambienti naturali, la fauna selvatica e la flora di particolare interesse;
- pianificare gli interventi di tutela e gestione alla luce delle informazioni acquisite, integrandole nei programmi e nei piani settoriali;
- verificare con regolarità l'efficacia delle azioni intraprese.

La legge definisce inoltre che tali biotopi siano sottoposti a vincolo ambientale - paesaggistico, consentendo solo interventi che non pregiudichino il raggiungimento degli obiettivi di tutela e le tendenze evolutive naturali (Art.6).

Nel 2001 la Regione Piemonte ha approvato il **Regolamento Regionale 16 novembre 2001, n° 16/R** recante "*Disposizioni in materia di procedimento di Valutazione d'Incidenza*" da applicare ai siti di importanza comunitaria (o biotopi) o su zone di protezione speciale (definiti dal DPR 357/97) elencati nell'Allegato C del Regolamento (art.1 comma1). Tale Regolamento stabilisce che sono soggette a valutazione di incidenza soltanto le tipologie di progetto di cui agli allegati della L.R. 40/98 che interferiscono con i territori dei Siti di Interesse Comunitario (art.1 comma 2)²¹ e individua le autorità competenti che devono esprimere il giudizio di compatibilità ambientale, sempre precedente a qualsiasi procedimento autorizzativo inerente la realizzazione del progetto stesso (art.3). I processi autorizzativi sono conformi all'articolo 5 del DPR 357 /97 di cui il Regolamento regionale è il recepimento.

²⁰ I Biotopi sono "porzioni di territorio che costituiscono un'entità ecologica di rilevante interesse per la conservazione della natura, indipendentemente dal fatto che tali aree siano protette dalla legislazione vigente" (art.2 della L.R. 47/95).

²¹ In realtà secondo quanto previsto dall'art. 6 comma 3 della Direttiva Habitat 92/43/CEE del 21 maggio 1992 "**qualsiasi piano o progetto non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito ma che possa avere incidenze significative su tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, forma oggetto di una opportuna valutazione dell'incidenza che ha sul sito, tenendo conto degli obiettivi di conservazione del medesimo**".

Come tutte le altre procedure di valutazione ambientale, anche la VIEc prevede il coinvolgimento del pubblico interessato alla realizzazione di un progetto e si avvale del supporto tecnico - scientifico dell'ARPA Piemonte che deve altresì garantire "il controllo delle condizioni ambientali previste per la realizzazione delle opere e degli interventi" (art. 6 comma 2).

La VIEc si applica sia a progetti che a piani e programmi e pertanto può essere associata alle procedure di VIA e di VAS; anche per la valutazione di incidenza è prevista la redazione di una relazione completa in termini di caratteristiche progettuali, inquadramento territoriale e normativo, interferenze con l'ambiente naturale con particolare attenzione alle componenti biotiche, abiotiche ed alle connessioni ecologiche. In particolare per quanto riguarda i contenuti della relazione, il Regolamento regionale riporta gli elenchi della documentazione necessaria ai fini di una VIEc relativa sia a progetti specifici (Allegato A) sia a piani e programmi (Allegato B).

2.5 INTEGRATED POLLUTION PREVENTION and CONTROL (I.P.P.C.)

Gli attuali modelli di produzione e consumo europei sono ancora lontani dal concetto di sostenibilità. Anche se nel corso degli ultimi anni si è assistito ad un netto miglioramento per quanto riguarda le emissioni dei principali inquinanti industriali e



anche se l'impatto sull'ambiente si può imputare in modo sempre più consistente alle cosiddette fonti diffuse (traffico veicolare, impianti di riscaldamento e utilizzo di prodotti chimici domestici), i processi produttivi rappresentano ancora una causa ri-

levante dell'inquinamento su scala europea, in termini di gas serra, sostanze acidificanti, composti organici volatili e rifiuti.

Per questa ragione risulta molto importante adottare delle politiche di azione al fine di ridurre, se non eliminarne, la loro "insostenibilità". Anche perché risulta molto più facile cambiare i modelli di produzione di qualche decina di migliaia di compagnie industriali piuttosto che cambiare i modelli di consumo di centinaia di milioni di cittadini europei. Pertanto l'adozione di regole comuni a livello Europeo implica grandi vantaggi al fine di un raggiungimento di comportamenti sostenibili; uno di questi è sicuramente l'impedimento del cosiddetto "dumping" ambientale per cui le grandi compagnie industriali spostano i propri rifiuti laddove le norme ambientali sono meno restrittive.

2.5.1 Quadro normativo comunitario

Lo strumento scelto per uniformare le procedure e le condizioni autorizzative nell'Unione Europea è rappresentato dalla **Direttiva 61/96/CE** del 24/09/1996 sulla "prevenzione e la riduzione integrata dell'inquinamento" (più conosciuta con l'acronimo **IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control**). Questa Direttiva rivede la filosofia delle attività di controllo, puntando sulle migliori tecniche disponibili per la riduzione delle emissioni degli inquinanti; essa infatti è stata introdotta con la finalità di:

- Passare da un sistema autorizzativo in campo ambientale suddiviso per matrici (acqua, aria, suolo,...) ad una visione integrata e sistemica dell'inquinamento²², ossia basata sulla complessiva *performance* ambientale dell'impianto in termini di immissioni in atmosfera, acqua e suolo, produzione di rifiuti, utilizzo di materie prime, efficienza energetica, rumore, prevenzione degli incidenti, analisi del rischio, ecc. Ci si rende conto infatti che *"approcci distinti nel controllo delle emissioni possono incoraggiare il trasferimento dell'inquinamento tra i vari settori anziché proteggere l'ambiente nel suo complesso"*²³.
- Privilegiare la prevenzione e la minimizzazione dell'inquinamento alla fonte, al fine di garantire una gestione accorta e più sostenibile delle risorse naturali.

²² L'**inquinamento** può essere definito come: introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare il deterioramento di beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi.

²³ Articolo n.7 Direttiva 96/61/CE.

- Basare i livelli di Emissione aziendali sulle potenzialità offerte dalle migliori tecniche ambientali disponibili (Best Available Techniques - BAT)²⁴, in modo da incentivare l'innovazione e l'aggiornamento verso l'adozione di tecnologie verdi.
- Garantire al pubblico il diritto di informazione sul funzionamento degli impianti e dei possibili effetti sull'ambiente e di trasmettere osservazioni²⁵.
- Uniformare le autorizzazioni ambientali degli impianti aventi un grande potenziale di inquinamento, al fine di evitare operazioni di *dumping* ambientale all'interno dell'Europa in vista del suo allargamento ad Est.

La Direttiva 96/61/CE pertanto ha come obiettivo la riduzione integrata dell'inquinamento industriale nei trentatré settori industriali elencati nell'Allegato I della Direttiva stessa. Le autorizzazioni nel campo industriale devono essere basate sull'adozione delle migliori tecniche disponibili, denominate "BAT" dall'acronimo inglese *Best Available Techniques*, per l'identificazione delle quali il quarto allegato della Direttiva Europea fornisce agli Stati Membri delle indicazioni generali. Per ciascuno dei trentatré settori industriali gli Stati Membri sono tenuti ad inviare alla Commissione Europea i dati nazionali sui consumi, sulle emissioni e sulle tecniche di avanguardia per l'abbattimento degli inquinanti. Queste informazioni sono oggetto di discussione e scambio tra esperti in campo industriale ed ambientale appartenenti ai diversi Stati membri, un lavoro coordinato dal cosiddetto "IPPC Bureau"²⁶, ufficio che coordina i lavori di organizzazione delle informazioni in documenti di riferimento per le BAT e denominati BREF (Bat REference documents).

Per ogni impianto industriale le Autorità Competenti al rilascio delle autorizzazioni di ciascuno Stato Membro devono imporre i limiti alle emissioni caso per caso, basandosi sui valori ottenibili con le BAT e riportati nei BREF. Da ciò ne consegue che i BREF sono uno strumento molto utile all'Autorità Competente per poter decidere le condizioni dell'autorizzazione all'esercizio degli impianti. A questo proposito l'articolo 9 della Direttiva stabilisce gli ambiti che devono essere presi in considerazione ai fini di un'autorizzazione, essi sono:

- le caratteristiche tecniche
- la localizzazione geografica
- le condizioni ambientali specifiche

²⁴ "La più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio, indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare o, ove ciò risulti impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso."

²⁵ Art. 15 Direttiva 96/61/CE.

²⁶ L'Unione Europea per favorire l'attuazione della Direttiva IPPC ha istituito un apposito ufficio operante presso il centro comunitario di ricerca di Siviglia.

I Paesi appartenenti alla Comunità Europea dovevano adeguare la propria legislazione nazionale in linea con la Direttiva Europea entro la fine dell'Ottobre del 1999. Nonostante ciò molti Stati Membri non hanno ancora recepito quanto richiesto dall'Unione Europea e alcuni hanno trasposto solo parzialmente la Direttiva stessa. I ritardi più seri si sono riscontrati in Irlanda, Belgio, Lussemburgo, Spagna e Grecia.

Dall'ottobre del 1999 la Direttiva è stata applicata a tutti i nuovi impianti e a quelli già esistenti ritenuti causa di effetti negativi significativi sulla salute umana e sull'ambiente. Per i restanti impianti già presenti, la Direttiva non ha avuto immediata applicazione: questo ha comportato la deroga a ben 8 anni dal termine stabilito dalla Direttiva. In relazione a questo problema comunque alcuni degli Stati Membri hanno dei sistemi autorizzativi già basati sul concetto di "migliore tecnica disponibile".

I principali soggetti coinvolti nelle attività connesse all'IPPC sono:

- le autorità competenti (a livello nazionale o regionale) le cui autorizzazioni sono basate sul concetto di BAT
- la Commissione Europea ed in particolare la Direzione Ambiente Generale il cui compito è quello di controllare che gli Stati Membri applichino correttamente la Direttiva Comunitaria
- gli esperti dei vari Stati Membri provenienti dalle agenzie nazionali per l'ambiente o simili organizzazioni, che partecipano allo scambio di informazione relativo alle BAT
- gli esperti industriali che partecipano nello scambio di informazioni relative alle BAT
- l'*European IPPC Bureau* con sede in Spagna
- il gruppo di esperti e la rete IMPEL creata nel 1992 per promuovere lo scambio di informazioni e di *know-how* nonché per rafforzare la coerenza degli approcci nel settore ambientale. Questi sono dei forum di discussione tra le autorità nazionali per la definizione di regole generali comuni con le quali implementare e rafforzare la Direttiva
- il pubblico: in accordo all'articolo 15 della Direttiva deve avere accesso alle procedure di autorizzazione, alle autorizzazioni, ai documenti di monitoraggio ed al Registro europeo delle emissioni inquinanti (noto come *European Pollutant Emission Register*). La partecipazione attiva del pubblico è essenziale al fine di guidare i progressi delle performance ambientali in campo industriale.

La Direttiva IPPC evidenzia l'importanza del coordinamento dell'AIA con la direttiva sulla VIA e la direttiva Seveso II²⁷, nonostante ci siano differenze nelle finalità delle due

²⁷ Direttiva SEVESO II con obiettivo di prevenire gli incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose e limitarne le conseguenze per l'uomo e per l'ambiente, al fine di assicurare un elevato livello di protezione in tutta la Comunità. La direttiva 96/82/CE (SEVESO II) è volta a sostituire la direttiva 82/501/CEE (SEVESO I) e si incentra sulla protezione dell'ambiente introducendo per la prima volta nel campo di applicazione le sostanze ritenute pericolose per l'ambiente acquatico. Il campo di applicazione della direttiva viene ad essere ampliato e semplificato al tempo stesso. La direttiva si applica agli stabilimenti in cui sono presenti, o in cui si reputa possano essere generate in caso di incidente, sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle indicate in allegato.

Direttive, oltre a tenere in considerazione l'impegno ambientale delle aziende che hanno adottato sistemi di ecogestione EMAS o ISO 14001²⁸. In particolare prevede che:

- in caso di nuovo impianto o modifica sostanziale, cui si applica la Direttiva VIA, le conclusioni pertinenti di tale direttiva vengano prese in considerazione per il rilascio dell'AIA.
- le informazioni fornite secondo un rapporto di sicurezza, elaborato conformemente alle norme sui rischi da incidenti rilevante o in sede registrazione EMAS o ISO 14001, possano essere utilizzate ai fini di presentazione della domanda²⁹
- siano riportate nell'AIA³⁰ (per gli impianti assoggettati alla direttiva 96/82/CE) le prescrizioni ai fini della sicurezza e prevenzione rischi di incidente rilevante
- l'autorizzazione venga rinnovata, confermando od aggiornando le prescrizioni, da parte dell'autorità competente ogni 5 anni, che diventano otto nel caso di registrazione ai sensi del regolamento 1836/93/CE (EMAS).

La modalità d'azione proposta dalla Direttiva è incentrata su un *approccio integrato* per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento proveniente dai diversi settori produttivi. Questo approccio introduce una metodologia innovativa rispetto al controllo degli impianti di produzione ad alto potenziale d'inquinamento, che rappresentano il campo d'applicazione della Direttiva stessa. L'innovazione nasce dall'obiettivo di prevenire, ridurre e per quanto possibile eliminare l'inquinamento, intervenendo alla fonte delle attività inquinanti, e garantire una corretta gestione delle risorse naturali considerando l'ambiente un *unicum* da proteggere e valorizzare.

2.5.2 Quadro normativo nazionale

In Italia la Direttiva Comunitaria 96/61/CE è stata recepita con il D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 372 "Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento". Questo Decreto disciplina la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento proveniente dalle attività di cui all'Allegato 1 che definisce gli impianti esistenti³¹ e prevede misure intese a evitare oppure, qualora non sia pos-

²⁸ Sistemi di gestione aziendale introdotti dall'Unione Europea come pubblico riconoscimento ed incentivazione per le imprese più moderne e sensibili verso l'ambiente, come spiegato nel paragrafo successivo.

²⁹ Art. 4 comma 4 D.Lgs 37/99.

³⁰ Art. 5 comma 6 D.Lgs 37/99.

³¹ "impianto esistente" definito come impianto in esercizio che alla data di entrata in vigore del decreto hanno ottenuto tutte le autorizzazioni ambientali o il provvedimento positivo di compatibilità ambientale. È considerato altresì esistente l'impianto per il quale, alla data di entrata in vigore del presente decreto, siano state presentate richieste complete delle predette autorizzazioni, a condizione che esso entri in funzione entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto (art. 2 punto 5).

sibile, a ridurre le emissioni³² delle suddette attività nell'aria, nel suolo, nell'acqua, comprese le misure relative ai rifiuti; misure volte al conseguimento di un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso (art. 1 comma 1).

Il decreto disciplina il rilascio, il rinnovo ed il riesame dell'autorizzazione integrata ambientale degli impianti esistenti, nonché le modalità di esercizio degli impianti stessi. L'art.41 della legge Comunitaria 2001 (1 marzo 2002, n.39) prevede che il governo emani entro 1 anno "l'estensione dell'IPPC anche ai nuovi impianti e a quelli sostanzialmente modificati"³³

Il D.Lgs. 372/1999 dispone che i nuovi impianti siano soggetti ad un'autorizzazione preventiva al funzionamento dell'impianto, che prescriva il rispetto di tutte le norme di qualità ambientale contemplate dalla legislazione (art.3). Gli elementi di maggior interesse infatti riguardano:

- Il rilascio da parte dell'Autorità competente dell'**autorizzazione integrata ambientale**, cioè quel provvedimento che autorizza l'esercizio di un impianto o parte di esso che presentino condizioni conformi ai requisiti del decreto stesso.
- L'autorizzazione integrata ambientale (art. 4 comma 10) sostituisce ad ogni effetto ogni altro visto, nulla osta, parere o autorizzazione ambientale, previsti dalle disposizioni di legge e dalle relative norme di attuazione, salva la normativa in materia di rischi di incidente rilevante.
- L'adozione delle BAT – Best Available Techniques, ovvero delle "*migliori tecniche disponibili*" (Art.2, comma 12), quale condizione per ottenere l'autorizzazione integrata ambientale. La necessità di legare il concetto di Migliore Tecnica Disponibile con quello di norma di qualità ambientale e questa con la specificità del sito in cui è collocato l'impianto implica un superamento della razionalità procedurale di tipo formale verso una razionalità sperimentale e negoziale basata sullo sviluppo tecnologico in linea con quello sostenibile.
- La definizione di modifica dell'impianto (art.2): "*una modifica delle sue caratteristiche o del suo funzionamento ovvero un suo potenziamento che possa produrre conseguenze sull'ambiente*".

³² "emissione": lo scarico diretto ed indiretto, da fonti puntiformi o diffuse dell'impianto, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua ovvero nel suolo (art. 2 punto 4). Per le emissioni il Decreto disciplina inoltre i valori limite di emissione definiti come *la massa espressa in rapporto a determinati parametri specifici, la concentrazione ovvero il livello di un'emissione che non possono essere superati in uno o più periodi di tempo. I valori limite di emissione possono essere fissati anche per determinati gruppi, famiglie o categorie di sostanze, segnatamente quelle di cui all'Allegato III ...* (art. 2 punto 6).

³³ Anche se nelle disposizioni finali del D.Lgs. 372/99 si chiarisce che agli impianti di cui all'Allegato 1 non ricompresi nella definizione di cui all'art.2 numero 4, per quanto non disciplinato nella normativa emanata in attuazione della direttiva comunitaria in materia di valutazione di impatto ambientale, si applicano le norme del presente decreto.

- La definizione di modifica sostanziale (art. 2): *"una modifica dell'impianto che, secondo l'Autorità competente potrebbe avere effetti negativi e significativi per gli essere umani o per l'ambiente"*
- La definizione dell'inventario nazionale delle emissioni e loro sorgenti (INES) – art. 10

Per gli impianti nuovi o in caso di modifiche sostanziali apportate ad un impianto esistente, la direttiva si applica dal novembre 1999. Gli impianti esistenti devono conformarsi alle norme della direttiva "IPPC" entro ottobre del 2007. Fino a tale data restano applicabili le disposizioni relative al concetto di BAT delle due direttive precedenti (direttiva 76/464/CEE e direttiva 84/360/CEE). Come regola generale le norme in concreto, ossia i valori limite di emissione o di consumo basati sull'impiego delle migliori tecniche disponibili, non sono fissate dalla Comunità, ma dalle Autorità nazionali.

Secondo il D.Lgs. 372/99, nel rilasciare l'autorizzazione integrata ambientale, l'autorità competente deve tener conto dei seguenti criteri e principi generali (Art: 3):

- l'adozione di adeguate misure di prevenzione dell'inquinamento
- l'inesistenza di fenomeni significativi di inquinamento
- la mancanza di produzione di rifiuti o il loro recupero, al fine di ridurre l'impatto ambientale
- l'efficiente utilizzo dell'energia
- la prevenzione degli incidenti sul lavoro
- l'adozione di misure preventive per evitare rischi di inquinamento al momento della cessazione dell'attività

In Italia tale nuova autorizzazione si inserisce in un momento importante di riorganizzazione delle competenze ambientali (sempre più in capo alle Province) e della semplificazione amministrativa quali lo sportello unico (in capo al Comune), ma presenta ancora dei punti critici quali la questione relativa agli impianti nuovi, l'identificazione dell'autorità competente e l'elenco delle autorizzazioni che vengono ad essere inglobate nell'autorizzazione integrata.

L'autorizzazione integrata ambientale è soggetta al rinnovo quinquennale. A tal fine, sei mesi prima della scadenza, i gestori degli impianti devono inviare all'autorità competente una domanda di rinnovo, corredata da una relazione contenente un aggiornamento su tutte le informazioni previste dall'art. 4 del D.Lgs. 372/99. L'Autorità competente, a sua volta, è tenuta ad esprimersi nei successivi 150 giorni. Fino alla pronuncia, il gestore può continuare l'attività sulla base della precedente autorizzazione. L'autorizzazione prevede tra l'altro l'adozione delle misure necessarie a prevenire e limitare gli effetti degli incidenti e le condizioni per l'eliminazione dei rischi di inquinamento al momento della cessazione definitiva dell'attività.

La domanda di autorizzazione, i cui dati e formato sono stabiliti dal D.M. del 23/11/01, deve contenere informazioni relative a:

- impianto, tipo e portata delle sue attività;
- materie prime e ausiliarie, sostanze ed energia usate o prodotte dall'impianto;
- fonti di emissione dell'impianto;
- stato del sito di ubicazione dell'impianto;
- tipo ed entità delle emissioni dell'impianto in ogni settore ambientale, nonché identificazione degli effetti significativi delle emissioni sull'ambiente;
- tecnologia utilizzata e altre tecniche in uso per prevenire le emissioni dall'impianto oppure per ridurle;
- misure di prevenzione e di recupero dei rifiuti prodotti dall'impianto;
- misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente;
- misure previste per evitare la produzione dei rifiuti ex D.lgs 22/97, applicazione delle migliori tecniche disponibili, l'uso efficace dell'energia, per prevenire gli incidenti, per evitare inquinamenti al momento della cessazione definitiva dell'attività.

Come la procedura per la Valutazione di Impatto Ambientale, anche quella relativa all'Autorizzazione Integrata Ambientale è a carattere partecipativo. Entro il 30 giugno 2002 infatti l'Autorità Competente avrebbe dovuto stabilire il calendario delle scadenze per la presentazione delle domande, le quali verranno pubblicate su Bollettino Regionale o Gazzetta Ufficiale a seconda se l'impianto ricade nella competenza dello Stato o meno. L'autorità competente comunica al gestore la data di avvio del procedimento, il richiedente entro 15 giorni pubblica su un quotidiano a diffusione provinciale o regionale o nazionale per le attività di competenza nazionale, un annuncio contenente l'indicazione della localizzazione dell'impianto e del nominativo del gestore, nonché il luogo dove è possibile prendere visione dei documenti e trasmettere eventuali osservazioni.

Una volta terminata la procedura, l'autorizzazione indica la data, non successiva al 30 ottobre 2007, entro la quale le prescrizioni contenute nell'autorizzazione devono essere attuate. A questa si applicano le disposizioni vigenti in materia di inquinamento atmosferico, idrico, acustico e del suolo anche in recepimento delle direttive elencate in Allegato II, sino a quando il gestore si sia adeguato alle condizioni fissate nell'autorizzazione integrata. Anche in questo caso deve essere messa a disposizione del pubblico copia dell'autorizzazione.

Nell'autorizzazione integrata devono essere compresi:

- i criteri relativi alle misure previste per evitare la produzione dei rifiuti ex Dlgs 22/97, all'applicazione delle migliori tecniche disponibili, all'uso efficace dell'energia, per prevenire gli incidenti, per evitare inquinamenti al momento della cessazione definitiva dell'attività;

- i valori limite di emissione delle sostanze inquinanti, in particolare quelle di cui all'Allegato III, che possono interessare l'ambiente. I valori limite non possono essere inferiori a quelli fissati dalla vigente normativa nazionale o regionale;
- gli opportuni requisiti di controllo delle emissioni, che specificano la metodologia e la frequenza di misurazione, nonché la relativa procedura di valutazione, in conformità a quanto disposto dalla vigente normativa in materia ambientale;
- le misure relative alle condizioni diverse dalla normalità, in particolare per le fasi di avvio e di arresto dell'impianto, per le emissioni fuggitive, per i malfunzionamenti, e per l'arresto definitivo dell'impianto. Nell'autorizzazione integrata vengono riportate le prescrizioni ai fini della sicurezza e della prevenzione dei rischi di incidenti rilevanti stabilite dall'autorità competente.

Nel contesto nazionale e regionale per quanto riguarda il ruolo del sistema agenziale ANPA-ARPA emergono i seguenti aspetti:

- **Controllo e ispezione.** Il ruolo espressamente previsto per le agenzie ambientali è quello classico, in particolare nel decreto 372/1999 è previsto che *l'autorità competente accerta, anche tramite le ARPA, la regolarità delle misure e dei dispositivi di prevenzione dell'inquinamento nonché il rispetto dei valori limite di emissione* (art.9 comma 2). Inoltre si stabilisce che Arpa (art.9 comma 3) *effettua, nell'ambito delle disponibilità finanziarie del proprio bilancio, ispezioni periodiche sugli impianti autorizzati al fine di verificare che:*

- il gestore rispetti, nel suo impianto, le condizioni dell'AIA;
- il gestore abbia informato regolarmente l'autorità competente dei risultati della sorveglianza delle emissioni del proprio impianto e tempestivamente in caso di inconvenienti o incidenti che incidano in modo significativo sull'ambiente.

Il sistema agenziale sta inoltre collaborando alla predisposizione di un documento europeo comune dal titolo "Principi Generali sul Monitoraggio" in modo da definire delle linee guida relative alla corretta determinazione dei *valori limite di emissione* (ELVs), come richiesto dal D.Lgs. 372/99. Il documento è rivolto alle autorità competenti e, nell'ottica dell'autocontrollo, agli operatori (e loro delegati al controllo) dei complessi IPPC che sono obbligati ad attuare misure di monitoraggio per ottenere e mantenere l'AIA.

- **Supporto tecnico-scientifico** alla fase di istruttoria. Oltre al compito di controllo e ispezione è implicitamente richiesto un supporto tecnico delle agenzie in fase istruttoria, come già avviene per alcune realtà regionali, tra cui quella piemontese, nel campo della valutazione di impatto ambientale (VIA) e dell'autorizzazione per impianti a rischio di incidente rilevante con apporto scientifico interdisciplinare.

- **Informazione.** Le agenzie devono contribuire alla diffusione dell'informazione a livello territoriale al fine di agevolare le imprese ad alimentare l'inventario nazionale delle emissioni e delle loro fonti (INES). Infatti secondo il D.M. del 23/11/01, annualmente tutti i gestori dei cosiddetti "impianti industriali IPPC" devono comunicare alle autorità competenti e all'ANPA (Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente) le informazioni sul proprio insediamento produttivo e, ove siano stati superati determinati valori limite, i dati delle emissioni in aria e nelle acque effettuate nell'anno precedente. L'ANPA ha quindi il compito di raccogliere, organizzare e gestire i dati di emissione che dovrà contribuire alla formazione del registro europeo delle emissioni (EPER).

Da quanto emerso finora risulta evidente la necessità di integrare le istruttorie tecniche in materia ambientale con quella per le industrie a rischio. In particolare l'esperienza ed i modelli di collaborazione già in atto presso il sistema delle Agenzie rispetto al supporto tecnico alle istruttorie VIA e all'autorizzazione per impianti a rischio di incidente rilevante, permettono di valutare due aspetti importanti presenti nell'autorizzazione Integrata Ambientale, ossia:

- la sostenibilità ambientale del progetto in valutazione in un contesto territoriale nel quale possono già esserci delle attività che riducono la "capacità di carico" del territorio, intesa come funzionalità ecologica ed attuale utilizzo socio economico delle risorse presenti;
- la pericolosità e l'incidenza del progetto nel territorio overosia la contestualizzazione della struttura in un contesto socio economico definito e preesistente.

In conclusione, l'introduzione della normativa in materia di IPPC costituisce un ulteriore passo avanti nell'adeguamento dei settori economici ed ambientali in un contesto di Sviluppo Sostenibile e nell'ambito dei controlli ambientali per il consolidamento di un moderno ed efficace sistema.

2.6 I SISTEMI DI GESTIONE AMBIENTALE

La *prevenzione* è uno dei principali obiettivi da perseguire a livello internazionale: il legame ambiente – salute va affrontato facendo convergere ed integrando i due diversi approcci di promozione della salute e di protezione ambientale. In quest’ottica assume un ruolo strategico l’adozione di strumenti di gestione ambientale basati sull’adesione



volontaria alle politiche di sostenibilità da parte dei soggetti pubblici e privati, quali i Regolamenti EMAS ed ECOLABEL, le norme ISO 14000, le Agende XXI locali, la contabilità e il bilancio ambientale. Gli strumenti di adesione volontaria infatti si affiancano alla logica di prescrizione e controllo rafforzandola: si tratta infatti di iniziative volte alla responsabilizzazione diretta dei soggetti pubblici e privati produttori di beni e servizi ed alla pubblicità dei risultati ottenuti.



fiancano alla logica di prescrizione e controllo rafforzandola: si tratta infatti di iniziative volte alla responsabilizzazione diretta dei soggetti pubblici e privati produttori di beni e servizi ed alla pubblicità dei risultati ottenuti.

All’inizio degli anni ‘90 l’Unione Europea ha introdotto un nuovo modo di concepire

ed attuare le politiche ambientali appellandosi alla *volontarietà* delle imprese affinché esse introducano nella propria gestione il concetto di sostenibilità ambientale la cui applicazione rappresenta un fattore di successo. In quest’ottica, l’adozione di

politiche ambientali³⁴ all'interno dei processi produttivi di un'azienda non fa che accrescerne il prestigio, che diventa pertanto un incentivo che alimenta la competitività tra le imprese interessate. Alla base degli indirizzi di politica ambientale volontaria vi è "il concetto che profitto e difesa dell'ambiente non siano in contrasto tra loro, ma che la corretta gestione ambientale e la difesa dell'ambiente, anche al di là dei limiti imposti dalla legislazione vigente, rappresentino un modo nuovo di organizzare le attività ed i servizi che privilegiando la prevenzione dell'inquinamento e l'ottimizzazione delle risorse, permette in concreto un significativo risparmio di risorse e la conseguente riduzione dei costi di produzione"³⁵.

Da questi principi sono nati gli strumenti di gestione ambientale volontaria; essi sono basati su un sistema strutturato ed integrato delle politiche di gestione aziendale che assicura un approccio sistematico alle questioni ambientali ed una continuità delle prestazioni del sistema produttivo nel tempo. Su questa base sono stati così introdotti a livello internazionale i seguenti Regolamenti e Norme:

- **Regolamento 1836/93/CEE**, noto come EMAS (Environmental Management and Audit Scheme), relativo all'adesione volontaria delle imprese del settore industriale ad un sistema comunitario di ecogestione³⁶ ed ecoaudit³⁷. Tale Regolamento è stato successivamente sostituito dal Regolamento 761/2001, noto come EMAS II. L'azienda che segue il Regolamento EMAS deve redigere un'analisi ambientale, definita nell'art. 2 punto b) come "un'esauriente analisi iniziale dei problemi ambientali, degli effetti e dell'efficienza ambientali relativi alle attività svolte in un sito", ossia deve descrivere l'impatto e l'efficienza delle attività, dei prodotti e dei servizi dell'organizzazione. L'attuazione, l'audit, la verifica del sistema di gestione ambientale e la convalida della dichiarazione ambientale³⁸ forn-

³⁴ **politica ambientale**: gli obiettivi ed i principi d'azione dell'impresa riguardo all'ambiente ivi compresa la conformità alle pertinenti disposizioni regolamentari in materia ambientale (art.2 punto a) del regolamento EMAS 1836/93/CEE).

³⁵ **Certificazione Ambientale EMAS – ISO 14001 e Sistemi di Gestione Ambientale** – Villa Manin Passariano 22/06/2000: " Il ruolo dell'ARPA FVG nella promozione dei sistemi di gestione ambientale ISO 14001 – EMAS (Ing. Gastone Novelli – Direttore Generale ARPA F. V.G.).

³⁶ Ossia quella parte del sistema di gestione complessivo comprendente la struttura organizzativa, la responsabilità, le prassi, le procedure, i processi e le risorse per definire e attuare la politica ambientale (art. 2 punto e) del Regolamento EMAS 1836/93/CEE).

³⁷ Ossia, come definito dall'art. 2 punto f), uno strumento di gestione comprendente una valutazione sistematica, documentata, periodica e obiettiva dell'efficienza dell'organizzazione, del sistema di gestione e dei processi destinati alla protezione dell'ambiente, al fine di:

- facilitare il controllo di gestione delle prassi che possono avere un impatto sull'ambiente;
- valutare la conformità alle politiche ambientali aziendali.

³⁸ Ossia dichiarazione elaborata dall'impresa in conformità delle disposizioni del Regolamento EMAS ed in particolare dall'art. 5 (art. 2 punto h).

scono i mezzi per migliorare l'efficienza ambientale dell'organizzazione ed assicurare la credibilità del processo. Questa procedura prevede il conferimento all'azienda di un marchio di certificazione ambientale.

- **Regolamento 880/92/CEE** relativo al sistema europeo di assegnazione di un marchio di qualità ecologica, noto come ECOLABEL. L'etichetta ecologica europea attesta, infatti, che il prodotto su cui è apposta ha un ridotto impatto ambientale nel suo intero ciclo di vita, offrendo ai consumatori un'informazione immediata sulla sua conformità a rigorosi requisiti stabiliti a livello comunitario.
- **Norme appartenenti alla famiglia ISO 14000**, emesse da parte dell'*International Standard Organization* (ISO):
 - **ISO 14001 e ISO 14004** relative al sistema di gestione ambientale (del 1996); queste norme definiscono pertanto in modo simile i requisiti per la corretta implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale all'interno di un'impresa.
 - **ISO 14002** per le piccole e medie imprese
 - **ISO 14010 –11-12** relative all'*auditing* ambientale (del 1996)
 - **ISO 14040** relativa al ciclo di vita di un prodotto (1997); essa pertanto definisce in modo simile al Regolamento ECOLABEL il processo per valutare e garantire la compatibilità ambientale di un prodotto o di un servizio fornito da un'impresa.

A parte le similitudini e le differenze di carattere procedurale esistenti tra i Regolamenti e le norme relative ai sistemi di gestione ambientale, è importante sottolineare come sia evidente anche da questi strumenti il cambiamento dell'approccio legislativo ai problemi ambientali. Le politiche di controllo repressivo da parte di enti esterni adottate negli anni '70 e '80 hanno infatti lasciato spazio a politiche di prevenzione e gestione diretta delle potenziali sorgenti di impatto ambientale che, nel caso dei sistemi di gestione volontaria appena elencati, sono basate sulla responsabilizzazione e autocontrollo dei soggetti direttamente interessati.

Tra gli ultimi strumenti di adesione volontaria rientra anche l'**Agenda XXI**, un documento sottoscritto da 178 governi di tutto il mondo in occasione della Conferenza di Rio De Janeiro del 1992 relativa all'Ambiente e lo Sviluppo. A differenza dei Regolamenti e norme presentati in questo paragrafo, l'Agenda XXI si configura come un documento contenente propositi generali per la promozione di uno sviluppo sostenibile più attento alle variabili sociali ed economiche. Risulta pertanto caratterizzato da obiettivi comuni ma con piani di azione e procedure differenti a seconda del contesto locale in cui viene adottata. L'Agenda XXI infatti è un processo molto articolato ma al tempo stesso poco formalizzato. L'obiettivo è comunque quello di riunire attorno a tavoli di concertazione una serie di attori diversi per definire una serie di azioni concrete per raggiungere gli obiettivi posti a diversi livelli (protocolli interna-

zionali, norme e documenti comunitari, legislazione e programmazione nazionale e locale)³⁹. Il percorso da seguire consiste:

- nell'individuazione degli aspetti ambientale da affrontare;
- nel coinvolgimento di soggetti in grado di poter agire su diverse variabili ambientali;
- nella costruzione di un piano di azione e nella sua realizzazione;
- nella verifica dei risultati ottenuti.

In Italia l'introduzione dei processi di **Agenda XXI** Locale come strumento di governo del territorio è abbastanza recente. Un fondamentale impulso alla diffusione dei temi dell'Agenda XXI è stato dato dal Coordinamento Agende XXI Locali Italiane, in cui è inclusa anche la Provincia di Torino e che oggi raccoglie più di 120 comunità locali impegnate nello sviluppo di una propria Agenda XXI. A questo proposito la Provincia di Torino ad esempio nel 1999 ha dato avvio ad un Forum la cui finalità è la stesura di documento relativo al Piano d'Azione Ambientale su cui si dovrà basare la fase operativa e di monitoraggio dell'Agenda XXI sul territorio provinciale.

Nella progettazione di prodotti e processi industriali che possono interferire con il sistema ambientale viene sempre più frequentemente applicata l'**Analisi del ciclo di vita**, conosciuta a livello internazionale come **LCA (Life Cycle Assessment)**, la quale consiste in una strumentazione metodologica volta a rendere ecosostenibili le attività antropiche, sviluppando in particolare interventi di natura preventiva. I primi esempi di applicazione di tale metodologia risalgono alla fine degli anni '60, quando grandi industrie hanno iniziato a rivolgere particolare attenzione nei confronti dei temi del risparmio delle risorse (energia, materiali, acqua, risorse naturali) e del contenimento delle ricadute sul territorio. Il ciclo di vita di un prodotto o di una attività umana viene esaminato dalla "culla alla tomba", considerando ogni processo di trasformazione del sistema in analisi, a partire dall'estrazione e lavorazione delle materie prime, fino allo smaltimento del finale del rifiuto che deriva dall'utilizzo produttivo o di consumo del prodotto. La metodologia può essere distinta in quattro momenti fondamentali:

- definizione delle finalità e dei limiti dello studio;
- individuazione del flusso di risorse in entrata e in uscita (sottoforma ad esempio di rilasci solidi, liquidi e gassosi) nel processo produttivo considerato;
- valutazione degli impatti ambientali potenziali diretti e indiretti associati agli inputs ed outputs;
- analisi dei risultati delle due fasi precedenti e definizione delle possibili linee d'intervento.

³⁹ Forum per l'Agenda XXI della Provincia di Torino – 1999.

L'attualità e l'importanza della LCA risiede nella intrinseca opportunità di migliorare gli aspetti ambientali dei prodotti ai diversi livelli del loro ciclo di vita, assistendo eventualmente il processo decisionale delle industrie e della Pubblica Amministrazione, per esempio nella pianificazione strategica o nella progettazione o riprogettazione di prodotti e processi. La conoscenza approfondita del ciclo di vita di un prodotto e dei suoi rapporti di relazione con le componenti ambientali permette inoltre di utilizzare i risultati delle analisi LCA in materia di marketing, nell'assegnazione delle etichette ecologiche (Ecolabel) ad un prodotto o per la pubblicizzazione di prodotti ambientalmente compatibili.

L'analisi completa di un progetto pubblico o privato inserito sul territorio la cui realizzazione implica rilevanti ricadute per il sistema territoriale da esso interessato, deve essere compiuta secondo un'ottica generale che coinvolge aspetti ambientali, sociali ed *economici*. Tra i diversi metodi di analisi economico-finanziaria utilizzati per la valutazione di investimenti, l'Analisi Costi-Benefici (ACB) costituisce la tecnica più diffusa per l'esame di fattibilità di degli interventi che insistono sul territorio.

Questo metodo di analisi è nato negli anni '30, quando da parte del governo statunitense emerse la necessità di indirizzare con specifiche linee-guida di riferimento la scelta delle opere pubbliche da realizzare. Negli Stati Uniti è molto utilizzato per la valutazione di interventi di interesse ambientale, mentre in Europa si è diffuso soprattutto in Gran Bretagna. In Italia questo tipo di valutazione ha iniziato a diffondersi a partire dagli anni '80, con l'istituzione del Fondo per gli Investimenti e l'Occupazione (FIO) nel 1982 e la legge 181/82 in base alla quale, per usufruire dei finanziamenti del FIO, le amministrazioni pubbliche centrali e regionali dovevano presentare la proposta di investimento corredata di un'ACB al Nucleo di Valutazione degli investimenti pubblici. Nel 1983 il Ministero del Bilancio e della Programmazione ha redatto un manuale in cui definiva in modo dettagliato la scheda cui attenersi per l'applicazione di questa tecnica di analisi a grandi opere pubbliche. Sebbene il FIO non sia più attivo, le sue indicazioni metodologiche, unitamente alle direttive del CIPE che si sono succedute sull'argomento, continuano ad essere una fondamentale linea guida per la valutazione dei progetti di investimento degli Enti locali.

L'ACB si prefigge lo scopo di individuare fra più alternative progettuali la proposta migliore o di verificare, in caso di alternativa unica, che i costi prevedibili del progetto siano complessivamente inferiori ai benefici, in modo da migliorare, con la realizzazione del progetto, il livello di benessere generale del contesto socio-economico su cui esso influisce. Questa metodologia di valutazione deve basare il proprio giudizio di fattibilità degli interventi in analisi non solo su criteri di tipo contabile-finanziario, ma anche su criteri di economicità o convenienza sociale, cioè sull'accrescimento di benessere globale della collettività apportato dalla realizzazione dell'opera, calcolato attraverso l'identificazione, la valutazione e la comparazione del complesso dei costi e dei benefici sociali legati all'opera sottoposta ad esame.

L'ACB è composta da tre diverse fasi:

- La prima consiste nell'identificazione di tutti gli effetti positivi e negativi derivanti dal progetto per tutti i soggetti direttamente interessati dalla sua realizzazione. Quelli negativi comprendono, per esempio, la perdita di suoli, la perdita di valore di immobili, la perdita di aree ad elevato valore naturalistico, il consumo di acqua, la produzione di rifiuti, ecc. Effetti positivi possono essere invece la creazione di posti di lavoro, i servizi resi dall'opera da realizzare (la riduzione dei tempi di percorrenza di una strada, la disponibilità di acqua per usi civili, agricoli o industriali, la creazione di un'area verde o di un impianto per la depurazione delle acque di scarico, ecc.).
- La seconda fase prevede la quantificazione degli effetti identificati nella fase precedente, nelle unità di misura in cui normalmente questi sono espressi. I costi e i benefici diretti del progetto vengono quantificati in termini monetari mentre gli altri effetti saranno espressi nelle loro unità di misura (tempo risparmiato negli spostamenti, numero posti di lavoro, decibel di rumore prodotto).
- La terza e ultima fase consiste invece nella traduzione in termini monetari di tutti gli effetti misurati nella fase di quantificazione, calcolando costi e benefici finanziari diretti (che comprendono spese e incassi derivanti direttamente dal progetto) ed economici indiretti (che quantificano i danni e i benefici causati dal progetto ad altre attività o ad altri soggetti) ad essi collegati.

Le difficoltà che si possono incontrare nell'applicazione di questa metodologia sono principalmente le seguenti:

- *difficoltà di compensare* equamente coloro che subiscono un danno dalla realizzazione del progetto rispetto a coloro che invece ne traggono un beneficio, in modo da equilibrare benefici e costi fra i diversi soggetti. Solitamente, infatti, l'ACB si limita a considerare uguali le utilità dei soggetti interessati, trascurando gli effetti legati alla dislocazione territoriale di vantaggi e svantaggi (per esempio, gli effetti positivi derivanti dalla costruzione di una diga interesseranno una porzione molto ampia del territorio, mentre gli effetti negativi saranno molto significativi solo per un'area specifica e limitata);
- *difficoltà di omogeneizzazione temporale delle valutazioni*, in quanto i costi e i benefici che si producono con la realizzazione di un'opera pubblica non hanno una manifestazione contemporanea ma sono scaglionati nel tempo. La scelta del tasso di attualizzazione riveste un ruolo molto delicato, in quanto un tasso di sconto alto tenderà ad appiattire gli effetti più lontani nel tempo rispetto a quelli immediati, assegnando così minore rilevanza ai primi, mentre un tasso di sconto nullo o quasi nullo tenderà a mettere sullo stesso piano effetti immediati ed effetti futuri;
- *Difficoltà nell'aggregazione di tutti i costi e di tutti i benefici monetizzati* nel valore attuale netto (VAN), che cancella così ogni tipo di sfumatura o particolarità. La

presentazione dei risultati avviene infatti riunendo tutte le valutazioni in una tabella, in cui da una parte sono elencati i costi con i relativi valori e dall'altra tutti i benefici. Le voci di costo e beneficio non quantificabili, come la maggior parte dei beni ambientali, sono elencate alla fine e suddivise in classi omogenee qualitative, che ripartiscono i costi e i benefici in "modesti, rilevanti, molto rilevanti".

Nella tabella seguente (tab. 2.4) vengono sinteticamente posti a confronto i principali metodi di valutazione utilizzati nell'analisi di un progetto o intervento in fase di attuazione.

	VIA	VAS	IPPC	C/B	LCA	RISK ASSESSMENT
Identificazione impatti	++	++	++	-	++	++
Predizione impatti	++	++	++	-	++	++
Stima impatti	++	++	++	++	+	++
Tipologia di impatti						
<i>ambientali</i>	++	++	-	+	++	++
<i>sociali</i>	++	++	++	-	-	-
<i>economici</i>	++	++	++	-	-	-
<i>costi</i>	+	+	+	++	+	-
Ambito territoriale						
<i>sito generico</i>	-	++	++	++	++	+
<i>sito specifico</i>	++	-	-	-	-	++
Fonte dei dati						
<i>letteratura</i>	++	++	++	++	++	++
<i>opinione esperti</i>	++	++	++	++	++	++
<i>monitoraggio</i>	++	++	-	-	+	++
Sistemi di valutazione						
<i>multicriteri</i>	++	++	-	-	++	+
<i>standards normativi</i>	++	++	-	-	-	++
<i>singoli criteri</i>	-	-	-	++	-	-
Partecipazione del pubblico	++	++	-	-	+	-

LEGENDA
 ++ adatto all'applicazione
 + parzialmente utilizzabile, non specifico per l'applicazione
 - non adatto all'applicazione

tab. 2.4 Confronto tra i principali metodi di valutazione

CONCLUSIONI

Tutte le procedure fin qui presentate hanno in comune l'obiettivo di integrare i tre grandi ambiti rappresentati da salute, ambiente e territorio, fino ad oggi analizzati con politiche di azione indipendenti. Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva (tab. 2.5) che mette a confronto i principali mezzi di valutazione e gestione ambientale, al fine di sottolinearne gli aspetti comuni e le differenze nei relativi campi di applicazione.

	campo di applicazione	oggetto della norma	partecipazione del pubblico
VIA Direttiva 97/11/CE	Obbligatorio per progetti da realizzare <i>ex novo</i> e/o modifica sostanziale di impianti e infrastrutture esistenti	Valutazione degli impatti ambientali dell'opera o degli interventi in progetto	Ruolo consultivo e partecipativo
VAS Direttiva 2001/42/CE	Obbligatoria per piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente	Valutazione durante la fase preparatoria del piano o del programma, effettuata anteriormente alla sua adozione	Ruolo consultivo e partecipativo
VIEC Direttiva 92/43/CEE	Obbligatoria per tutti i progetti e piani o programmi che interferiscono anche solo parzialmente con un sito di importanza comunitaria	Valutazione dell'incidenza di un progetto o di un piano/programma sui siti di importanza comunitaria	Ruolo consultivo e partecipativo
IPPC Direttiva 96/61/CE	Obbligatorio per la gestione di impianti industriali pubblici e privati, nuovi o esistenti	Controllo e rispetto dei limiti di emissione in relazione alle migliori tecnologie	Ruolo partecipativo
EMAS Regolamento 761/2001	Volontario per tutte le organizzazioni (industria, agricoltura, servizi e pubblica amministrazione)	Miglioramento continuo della gestione ambientale, al di là della conformità legislativa	Il pubblico è il destinatario della dichiarazione ambientale di un'azienda

tab. 2.5 - Comparazione tra le procedure di valutazione ambientale e le politiche di gestione ambientale

Dall'esame dello sviluppo della legislazione si osserva come in materia di Valutazione di Impatto Ambientale nazionale non esista una legge quadro organica e come la normativa esistente poggi nelle sue linee essenziali sulla delega al governo contenuta nell'art. 6 della L. 349/86 di Istituzione del Ministero dell'Ambiente. Dunque i contenuti pregnanti, ossia gli obiettivi e le procedure, sono definiti da una normativa derivata, di carattere per lo più regolamentare. Leggi successive sono intervenute quasi esclusivamente su aspetti molto specifici, in occasione di situazioni speciali o per modificare elementi marginali.

Di fronte a questo panorama di procedure e regolamenti in materia ambientale, si comprendono meglio i pilastri su cui si fonda l'azione comunitaria enunciati nel secondo paragrafo dell'articolo 130R introdotto dall'Atto Unico Europeo⁴⁰, ovvero sia⁴¹:

- il principio della **prevenzione**, la cui finalità è quella di evitare il più possibile i danni ambientali azzerandone il rischio
- il principio di **"chi inquina paga"**, fondato sulla logica dell'imputazione di responsabilità per i danni causati da fonti inquinanti
- il principio **precauzionale** adottando cioè una serie di misure preventive ancor prima che abbia inizio un processo di degrado ambientale
- il principio di **correzione**, in virtù del quale quando si causa un danno ambientale lo Stato inquinatore deve provvedere alla fonte.

La "nuova frontiera" delle valutazioni integrate rappresentata dalle procedure di VIA, VAS, VIEc, IPPC risulta uno strumento fondamentale per l'attuazione delle politiche ambientali in relazione alle attività umane e risponde agli obiettivi dell'Unione Europea, la quale ha affermato che "un miglioramento della gestione e del controllo dei processi di produzione, compreso un sistema di licenze rinnovabili collegate con la prevenzione ed il controllo integrato dell'inquinamento possa conferire nuovo significato e vigore all'interfaccia ambiente/politica industriale".

⁴⁰ Atto, firmato nel 1986, che sancisce definitivamente ed espressamente le competenze della Comunità Europea in materia ambientale individuando i principi ed i criteri di un'azione comune improntata sulla *sistematicità*, *coerenza* ed *incisività*.

⁴¹ Marchello F., Perrini M., Serafini S., *Diritto dell'ambiente*.



PARTE III

COMPONENTI AMBIENTALI

*Laura Antonelli, Silvia Boeris Frusca, Francesca Cattai,
Caterina De Bellis, Alberto Maffiotti, Gianmario Nava,
Matteo Pagni, Enrico Rivella.*

3.1 ORGANIZZAZIONE DELL'INFORMAZIONE AMBIENTALE

Prima di analizzare le diverse componenti ambientali valutate in un processo di VIA, è necessario conoscere qual è la natura e la disponibilità delle informazioni ambientali.

Alla base di decisioni e politiche ambientali efficaci in materia di protezione dell'ambiente occorre adottare una metodologia di lavoro caratterizzata da un processo ciclico/interattivo in cui, una volta noti lo stato di qualità di una determinata componente ambientale e le pressioni che gravano su di essa, vengano individuate le priorità e decisi gli interventi correttivi o di conservazione secondo specifici obiettivi di qualità¹. L'efficacia delle strategie adottate va inoltre verificata attraverso un continuo monitoraggio dei risultati, in funzione dei quali è possibile rivedere ed eventualmente modificare le azioni di risposta alle problematiche ambientali. A tale scopo risulta indispensabile acquisire una base conoscitiva costituita da dati e informazioni quantitativamente e qualitativamente validi sul piano tecnico - scientifico ed efficaci sul piano operativo, strutturati in modo tale da permettere una misurazione delle variazioni di qualità delle componenti in esame e tale da renderli oggettivamente confrontabili.

Gli elementi base dell'informazione ambientale possono essere ben rappresentati, nel loro insieme, dalla cosiddetta "piramide o iceberg dell'informazione"² (fig. 3.1), la quale rappresenta le fasi di aggregazione delle informazioni ambientali all'interno del Sistema Europeo di Indici della Pressione Ambientale (1999). La base della piramide corrisponde alla produzione di dati grezzi ed originali che vengono rielaborati nelle fasi successive fino alla definizione di dati statistici regionali e nazionali. Tali dati ambientali costituiscono il punto di partenza per l'aggregazione e l'organizzazione di indicatori ed indici ambientali a diversi livelli di dettaglio. Il vertice della piramide potrebbe essere rappresentato dall'*Indice Globale di Performance Sociale* (proposto ma non ancora adottato dalla Commissione Europea), il quale può comprendere indici di qualità ambientale, di condizione economica e di prestazioni sociali. La piramide mostra la complessità della rielaborazione dei dati ambientali e della costruzione di indici di pressione, poiché ogni livello è influenzato dal dettaglio dell'analisi del livello precedente e dalla varietà delle relazioni ed interrelazioni

¹ ANPA- Serie Documenti 3, 1998: Sistema nazionale di osservazione e informazione in campo ambientale.

² Jochen Jesinghaus, 1999, A European System of Environmental Pressure Indices, First Volume of the Environmental Pressure Indices Handbook: The Indicators, Part I: Introduction to the political and theoretical background. European Commission Joint Research, Institute for Systems, Informatics and Safety (ISIS).

tra i livelli. Tale complessità è inoltre intrinseca al tempo di rielaborazione dei dati fino a alla produzione di dati statistici regionali e nazionali, non inferiore ai 5 anni.

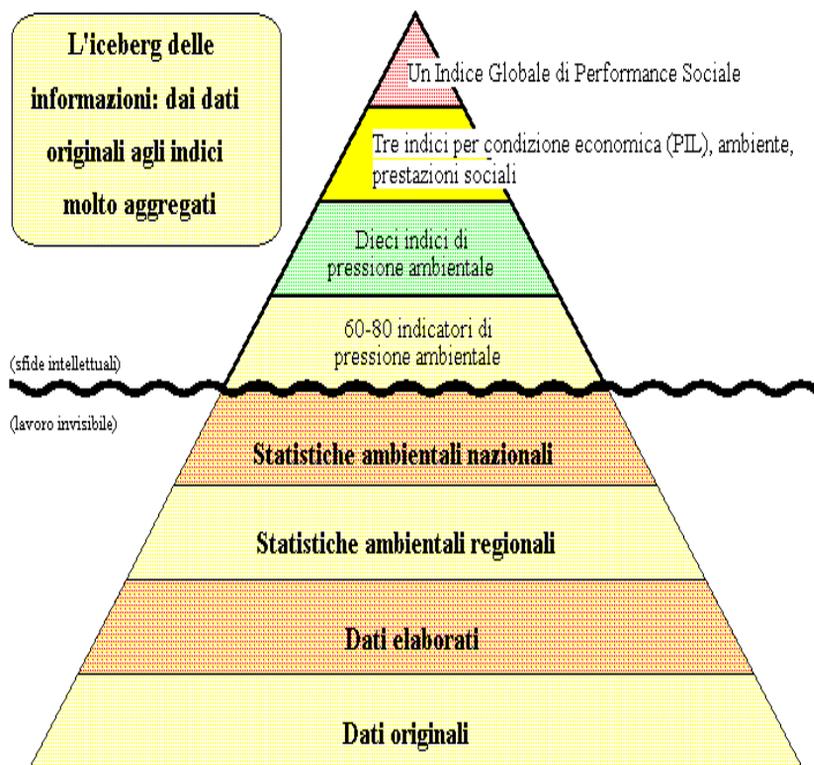


fig. 3.1 - Iceberg delle informazioni (Jochen Jesinghaus, 1999)

3.1.1 Gli indicatori

L'esigenza di caratterizzare i fenomeni ambientali, aventi per propria natura elevata complessità, comporta la necessità di individuare strumenti capaci di fornire un'informazione sintetica di caratteristiche: questo ruolo è svolto dagli indicatori e dalla loro aggregazione in indici ambientali.

Una delle possibili, e più accreditate, definizioni di **indicatore** è quella data dall'OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) per cui esso è considerato "un parametro, o un valore derivato da più parametri, che fornisce informazioni su un fenomeno e il cui significato va al di là delle proprietà direttamente

associate al valore del parametro"³. L'OECD definisce inoltre, l'**indice** come "un insieme di parametri o indicatori aggregati o pesati" e il **parametro** come "una proprietà che è misurata od osservata"; da quanto detto l'indicatore è quindi un "descrittore" di un determinato oggetto (ambientale, sociale, economico) con una serie di attributi quali - quantitativi.

L'uso di indicatori viene anche individuato nell'ambito delle organizzazioni internazionali come uno strumento di supporto alle decisioni dei *policy-makers*, in considerazione dei tempi medio - lunghi necessari per sviluppare in maniera compiuta una modellizzazione ambientale e socio - economica basata sull'analisi parametrica. L'indicatore fornisce infatti una rappresentazione sintetica di una realtà ambientale complessa, attraverso un valore o un parametro e l'informazione che si deriva è comunque più estesa del valore stesso e dovrebbe essere specificata in relazione al tipo di fruitore dell'indicatore e al contesto in cui si colloca.

"La funzione intrinseca degli indicatori è quella di indicare lo stato o la variazione di stato di un fenomeno che non sia di per sé assoggettabile a misurazione diretta. I dati, anche se opportunamente organizzati, non costituiscono ipso facto degli indicatori. Lo diventano solamente nel momento in cui sono messi in relazione con un fenomeno che non sia quello da essi direttamente e pienamente misurato".

Gli **indicatori ambientali** sono diretti principalmente alla valutazione dello stato dell'ambiente e/o all'analisi della catena causa - effetto nel processo di impatto delle attività umane sull'ambiente. La formulazione di indicatori ambientali è più difficoltosa rispetto a quella di indicatori relativi ad altri settori di indagine in quanto i fattori da considerare sono molteplici. La scelta dell'aspetto della realtà da misurare dipende dall'importanza ad esso attribuita nel facilitare la comprensione del problema in esame, oppure dalle priorità dell'indagine.

I più famosi enti internazionali ed europei (tra questi OECD, EUROSTAT, WRI - World Resources Institute) hanno individuato una serie di criteri mediante i quali selezionare opportunamente gli indicatori ambientali. In definitiva, tali criteri oltre a costituire il riferimento per la formulazione e la selezione degli indicatori, mettono in evidenza quali caratteristiche dovrebbe avere quello che si potrebbe definire un indicatore "ideale". I principali criteri individuati da OECD (1994) riguardano⁵:

- la rilevanza e l'utilità per gli utilizzatori, in base a cui gli indicatori dovrebbero:
 - fornire un'immagine realistica e rappresentativa dello stato dell'ambiente;
 - essere semplici, di facile interpretazione;
 - delineare il trend nel tempo;

³OECD, 1994, *Environmental indicators. Indicateurs d'environnement*, Compendium, Paris.

⁴ ANPA, 2000, *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera*

– RTI CTN CON 1/2000.

⁵ ANPA, 2000, *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera*

– RTI CTN CON 1/2000.

- essere adattabili ai cambiamenti dell’ambiente e delle attività umane;
- permettere la comparazione tra gli indicatori prodotti a scala internazionale;
- essere rilevanti per analizzare i fenomeni analizzati a scala nazionale e per delineare tendenze di interesse globale;
- essere confrontabili rispetto ad una soglia o un target così che gli utilizzatori – possano testarne l’utilità ed attribuire un corretto significato ai valori ad essi associati;
- **la flessibilità analitica**, in base a cui dovrebbero:
 - avere una credibilità teorica e scientifica;
 - basarsi su standard internazionali ed essere riconosciuti universalmente validi;
 - confrontarsi con i modelli economici, di previsione e con i sistemi di informazione;
- **la misurabilità**, in base a cui dovrebbero:
 - essere facilmente disponibili;
 - essere adeguatamente documentabili e di buona qualità;
 - essere adattabili ad intervalli regolari nel rispetto delle procedure disponibili.

3.1.2 Modelli di organizzazione degli indicatori ambientali: PSR e DPSIR

Gli indicatori ambientali adottati non solo devono poter rappresentare la qualità ambientale ma anche individuare e descrivere le cause che hanno alterato lo stato delle risorse e i provvedimenti correttivi attuati dalla società per porre rimedio al degrado. La cruciale interazione tra stato dell’ambiente, cause del degrado ed azioni intraprese, può essere meglio compresa se gli indicatori vengono selezionati rispetto alle problematiche ambientali che destano maggiore preoccupazione a livello internazionale, europeo e nazionale e vengono organizzati secondo modelli concettuali in grado di esplicitare relazioni ed interdipendenze tra i fenomeni analizzati.

Gli schemi concettuali consolidatisi in letteratura ed attuati nel contesto europeo con cui strutturare le informazioni ambientali per renderle più accessibili ed intelligibili ai fini decisionali ed informativi sono quelli elaborati dall’OECD (1991) e dall’Agenzia Europea per l’ambiente (1995). Il modello proposto dall’OECD si è ormai affermato universalmente ed è stato applicato in numerosi studi internazionali (World Resource Institute -WRI, 1995; ONU, Unione Europea) e nazionali (in Italia, Relazioni sullo Stato dell’ambiente del Ministero, 1992, 1997; Istat). Si articola sinteticamente in una struttura “**Pressione - Stato - Risposta**” (fig. 3.2) che esprime la se-

quenza causale esistente tra azioni antropiche (pressioni), qualità ambientale (stato) e risposte della società per mitigare gli impatti (risposte)⁶.

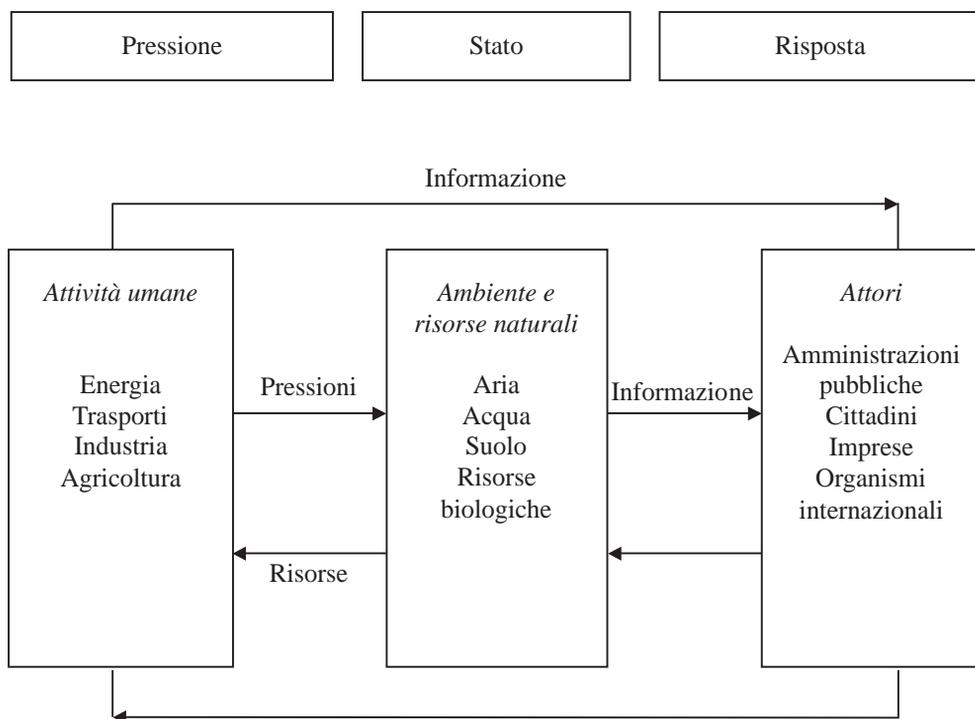


fig. 3.2 - Il modello "Pressione - Stato - Risposta" (OECD, 1994)

Tale schema interpretativo permette di cogliere le relazioni fondamentali che intercorrono fra il sistema ambientale e quello antropico ed esprime un modo efficace di comprendere i rapporti tra società ed ecosistema. Secondo questo schema si individuano tre categorie di indicatori (OECD,1994):

- *indicatori di pressione*: descrivono la pressione esercitata dalle attività umane sull'ambiente e sulla quantità e qualità delle risorse naturali. Attraverso questi indicatori vengono quindi rappresentati i fattori di pressione che generano problemi ambientali come l'esaurimento di risorse naturali a causa di un sovrasfruttamento, il rilascio di inquinanti e di rifiuti nell'ambiente, la presenza di grandi infrastrutture o la trasformazione di ecosistemi naturali. Gli indicatori di pressione presentano

⁶ANPA, 2000, Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera – RTI CTN CON 1/2000.

una particolare efficacia dal punto di vista delle politiche ambientali; in tal senso non svolgono solo una funzione descrittiva, ma forniscono dei diretti riscontri sul raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalle politiche. Sono quindi particolarmente utili nel formulare degli obiettivi e nel valutarne il raggiungimento. Essi sono spesso utilizzati in analisi prospettiche, per valutare l'impatto ambientale di diversi scenari socioeconomici o di proposte di politica ambientale.

- *indicatori di stato*: descrivono le trasformazioni qualitative e quantitative indotte nelle componenti ambientali dai fattori di pressione, misurando le condizioni e le variazioni qualitative e quantitative delle risorse ambientali; essi includono ad esempio misure della qualità dell'aria in ambiente urbano, della concentrazione di ozono nella troposfera, dello stock di risorse naturali. Occorre sottolineare che la distinzione tra indicatori di stato e di pressione non è sempre agevole, così come il rilevamento delle condizioni ambientali può non essere possibile per ragioni tecniche ed economiche. Ecco perché spesso si utilizzano indicatori di pressione per dare una misura indiretta della qualità dello stato.
- *indicatori di risposta*: descrivono gli sforzi con cui la società nel suo complesso, o date istituzioni (ai diversi livelli territoriali), rispondono ai problemi ambientali, e si riferiscono ad azioni individuali o collettive per:
 - a) mitigare, adattare o prevenire gli impatti negativi sull'ambiente indotti dall'azione umana;
 - b) bloccare o riparare ai danni inflitti all'ambiente;
 - c) preservare e conservare la natura e le risorse. Questa categoria di indicatori misura i progressi fatti nel rispetto di normative ambientali ma non informa su ciò che sta accadendo all'ambiente. Se da un lato gli indicatori di pressione sono in gran parte già stabiliti, dall'altro gli indicatori di risposta mancano ancora di una solida base di definizione. L'attenzione su questo tipo di indicatori è infatti relativamente recente, così come è di recente interesse anche la risposta che la società deve dare agli svariati aspetti del problema ambientale.

Sulla base di questo modello è possibile organizzare gli indicatori ambientali rispetto a diversi temi. Essi possono essere considerati singolarmente oppure a più livelli di aggregazione. Poiché a seconda della scala di analisi sono diversi i fenomeni da monitorare, nel predisporre le liste di indicatori rispetto a tematiche differenti occorre formulare ed utilizzare indicatori specifici per ogni scala. Il modello dell'OECD, pur essendo quello più diffuso, non è stato esente da critiche: a causa della sua linearità, gli si attribuisce una scarsa flessibilità ed incapacità nel descrivere fenomeni ambientali connessi a complessi legami retroattivi non lineari⁷.

Il **modello DPSIR** "*Determinanti – Pressioni – Stato – Impatto – Risposta*" (fig. 3.3), concepito dall'*Agenzia Europea dell'Ambiente* in fase di redazione del "*Europe's*

⁷ ANPA, 2000, *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera – RTI CTN CON 1/2000*.

*Environment. The Dobbris Assessment*⁸, (cioè il primo Rapporto sullo stato dell'ambiente europeo), è nato proprio in seguito al riconoscimento dell'incapacità del modello PSR dell'OECD di identificare e di tenere conto di quei fattori, poco controllabili e difficilmente quantificabili, che hanno un'incidenza rilevante ma indiretta nel determinare le condizioni ambientali; fattori che sono legati alle attività umane, (trend economici, culturali, settori produttivi) e che sono stati introdotti e classificati nel modello come "*Driving Forces*", ovvero "*Fattori trainanti*" (o "*Determinanti*" o "*Fonti di pressione*"). Il riconoscimento del ruolo decisivo da loro svolto nel determinare le condizioni ambientali nel lungo periodo, ha indotto gli esperti dell'*Agenzia Europea dell'Ambiente*, a fare un'ulteriore distinzione rispetto al modello dell'OCSE (*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico* – corrispondente all'OECD). Le pressioni sull'ambiente sono distinte dagli *impatti*, intendendo con essi i reali effetti prodotti sulle componenti ambientali dalle complesse interazioni causali delle prime.

Lo schema si propone come una struttura di riferimento generale, un approccio integrato nei processi di reporting sullo stato dell'ambiente effettuati a qualsiasi scala geografica. Esso è principalmente un approccio concettuale per sintetizzare e rappresentare la complessità delle dinamiche ambientali, senza comunque perdere la propria flessibilità, che consente di percorrere agevolmente le informazioni dalle cause agli effetti e viceversa secondo una struttura a *feedback*. Esso mira a rappresentare l'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano un qualsiasi tema o fenomeno ambientale, mettendolo in relazione con l'insieme delle politiche esercitate verso di esso. In conformità al modello DPSIR, l'informazione ambientale è perciò acquisita attraverso⁸:

- **indicatori di "driving forces"** che identificano i fattori sottesi e connessi al trend di sviluppo (attività e comportamenti umani derivanti da bisogni individuali, sociali, economici: stili di vita e processi economici, produttivi e di consumo da cui originano pressioni sull'ambiente) che influenzano le condizioni ambientali. Essi sono utili per individuare le relazioni esistenti tra i fattori responsabili delle pressioni e le pressioni stesse e per aiutare i decisori nell'identificare le fonti attive negative su cui intervenire per ridurre le problematiche ambientali;
- **indicatori di pressione** che individuano le pressioni esercitate sull'ambiente in funzione dei determinanti, cioè le variabili direttamente responsabili (o quelle che possono esserlo) del degrado ambientale. Sono utili per quantificare le cause delle modificazioni ambientali;
- **indicatori di stato** che rappresentano le qualità dell'ambiente e delle risorse ambientali (qualità legate a fattori fisici, chimici, biologici, naturalistici, economici) che occorre tutelare e difendere. Gli indicatori di stato sono descrittivi; delineano

⁸ ANPA, 2000, Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera – RTI CTN CON 1/2000.

le condizioni in cui versa l'ambiente all'istante considerato e servono per valutare il reale grado di compromissione dell'ambiente;

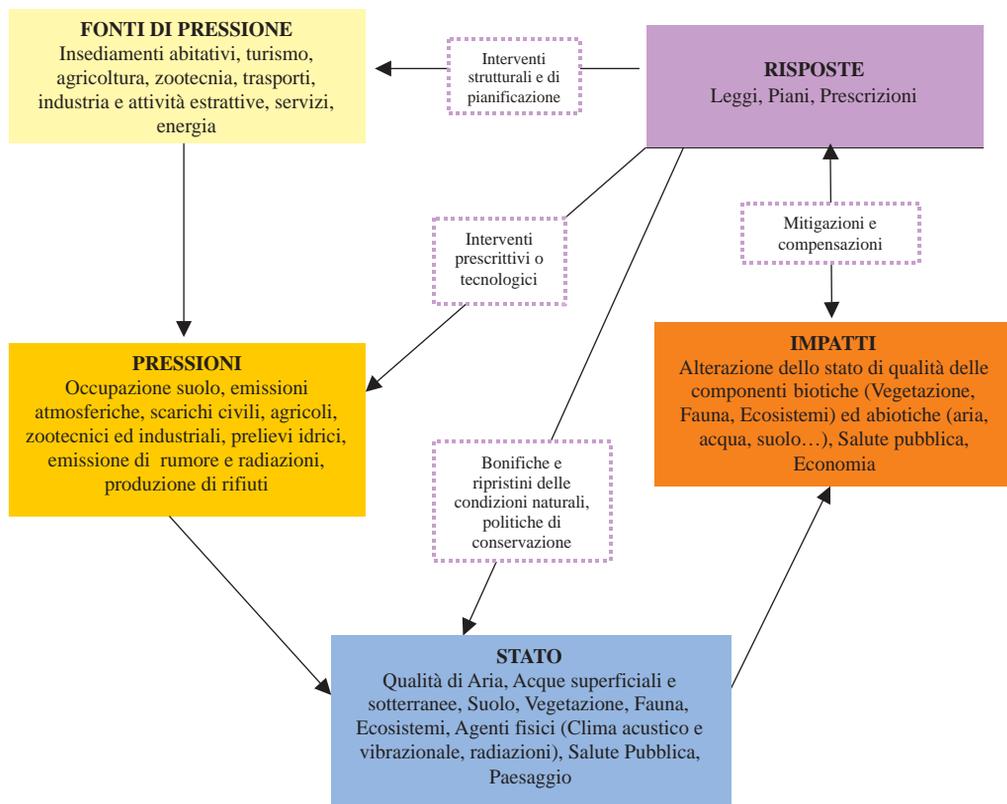


fig. 3.3 - Modello DPSIR (Rapporto sullo Stato dell'Ambiente ARPA Piemonte 2001, modificato Coordinamento VIA/VAS ARPA Piemonte)

- **indicatori di impatto** che rappresentano i cambiamenti significativi dello stato dell'ambiente che si manifestano come alterazioni delle risorse naturali, della salute umana e delle performance sociali ed economiche; la loro principale funzione è quella di rendere esplicite le relazioni causa-effetto tra pressioni, stato ed impatti;
- **indicatori di risposta** che rappresentano azioni adottate per fronteggiare gli impatti e indirizzate ad una qualsiasi fase del DPSIR (fonte, pressione, stato, impatto o anche una risposta pregressa da correggere); le risposte possono assumere la forma di obiettivi, di target di programmi, di piani di finanziamento, di interventi, di priorità, di standard, di indicatori da adottare, di autorizzazioni, di verifiche, di

controlli, ecc. Tali indicatori esprimono gli sforzi operativi compiuti dalla società (politici, decisori, pianificatori, cittadini) per migliorare la qualità della vita e dell'ambiente.

Come emerge dallo schema presentato in fig. 3.3, il metodo DPSIR, integrando una varietà di informazioni, consente di effettuare confronti tra realtà anche molto diversificate. Esso rappresenta un utile sistema di aggregazione di dati ambientali in quanto è strutturato secondo una logica a *feedback*: una volta noti gli impatti sulle componenti ed i trend evolutivi del loro stato di qualità, è possibile ripercorrere i rapporti che legano le cause determinanti l'impatto con i relativi effetti. Si può pertanto intervenire in corrispondenza dei diversi livelli dello schema mediante l'applicazione di opportune risposte che generalmente discendono da decisioni e strategie politiche:

- a livello dei Determinanti, attraverso atti pianificatori volti ad organizzare secondo un'ottica sostenibile le diverse attività umane che generano pressioni sul territorio;
- a livello delle Pressioni, ricorrendo ad interventi prescrittivi o tecnologici volti all'utilizzo delle migliori tecniche a disposizione al fine di ridurre al massimo le pressioni che interferiscono con le componenti ambientali compromettendone la qualità;
- a livello dello Stato, realizzando bonifiche volte a recuperare un'area o una componente ambientale specifica compromessa a causa di pregresse azioni antropiche o condizioni critiche legate allo stato naturale di una risorsa;
- a livello degli Impatti, intervenendo con azioni mitigative volte a ridurre al minimo gli impatti su una specifica componente oppure con azioni volte a compensare i danni derivanti da attività umane;
- a livello di Risposte, indicando nuove proposte di intervento o ricalibrando gli interventi la cui applicazione non è risultata efficace.

Uno degli obiettivi perseguiti nella selezione di un set di indicatori è il loro utilizzo in termini di supporto conoscitivo e decisionale nelle politiche di gestione del territorio e di sostenibilità dello sviluppo ed in particolare nei SIA. La recente consapevolezza che le scelte economiche effettuate dai governi abbiano effetti diretti ed indiretti non solo sull'economia globale ma anche sull'ambiente su scala globale e locale, ha rafforzato lo stretto legame tra politica economica e politica ambientale. Di fatto, gli indicatori possono costituire gli strumenti in grado di fornire l'informazione ambientale precisa e la conoscenza relativa alle condizioni del territorio.

Questa terza parte del libro espone i principi di base per effettuare un'analisi delle componenti ambientali⁹ attraverso l'utilizzo dello schema DPSIR¹⁰; tali componenti sono potenziali bersagli di azioni progettuali, di piani e programmi che possono interferire con la qualità dello stato delle risorse generando impatti diretti, indiretti o

effetti cumulativi e sinergici. Nell'ambito di un'analisi ambientale è infatti opportuno distinguere le tipologie e la natura degli impatti, ossia:

- **impatti diretti**, che si riferiscono ad effetti direttamente riconducibili ad una determinata sorgente di impatto e che generalmente si esplicitano nelle prime fasi della catena "causa/effetto" senza il contributo di altri impatti;
- **impatti indiretti**, che sono riconducibili ad effetti che non derivano direttamente da una sorgente ma che sono il risultato di interazioni tra gli impatti di primo livello (impatti diretti);
- **impatti cumulativi**, derivanti da effetti additivi (somma di effetti di natura simile), da processi di interazione tra impatti di natura diversa, da effetti sinergici e processi di retroazione (feedback). In questa categoria d'impatti rientrano anche quegli effetti ambientali che, se attribuiti ad una sola azione antropica, possono risultare poco significativi ma che se sommati ad altri effetti della stessa natura assumono una rilevanza non più trascurabile.

I seguenti capitoli sono dedicati all'analisi delle componenti ambientali che bisogna analizzare nelle procedure di valutazione ambientale, come indicato dal DPCM 27/12/88 che definisce, per le opere incluse nell'art. 1 del DPCM n. 377 del 10/8/88 (opere da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale) i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale⁹. Nell'ambito di ciascun capitolo viene inizialmente presentata una descrizione generale della componente presa in esame; vengono quindi indicate le informazioni necessarie alla valutazione della componente ai sensi del DPCM 27/12/88. L'analisi delle componenti, comprendente le informazioni richieste dal suddetto DPCM, è organizzata secondo lo schema DPSIR (descrizione delle caratteristiche dello stato della componente, individuazione delle fonti e delle pressioni da esse generate, elenco dei principali impatti potenziali e possibili risposte).

⁹ Le componenti ambientali sono quelle definite dal DPCM 377/88 e caratterizzate secondo i contenuti dell'art.5 del DPCM 27/12/1988, ossia: atmosfera, ambiente idrico, suolo e sottosuolo, vegetazione e flora, fauna, ecosistemi, salute pubblica, rumore e vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti e paesaggio.

¹⁰ In questi ultimi anni gli indicatori ambientali hanno dimostrato di essere uno strumento molto utile nei diversi procedimenti di valutazione ambientale. In particolare il sistema agenziale ha adottato lo schema DPSIR per l'aggregazione delle informazioni in proprio possesso, al fine di svolgere al meglio ed in modo organizzato la funzione di supporto tecnico – scientifico alle Autorità Competenti, il cui ruolo di amministratori locali comporta la responsabilità di decidere politiche di azioni e strategie mirate alla gestione sostenibile del territorio.

¹¹ Cfr. PARTE II, paragrafo 2.2.3.

3.2 ATMOSFERA

3.2.1 Introduzione

L'atmosfera è un involucro gassoso che segue la Terra nel suo moto di rivoluzione intorno al Sole in virtù dell'attrazione gravitazionale. L'atmosfera così definita si estende fino ad un'altezza di alcune centinaia di chilometri, ma la quasi totalità della sua



massa (95%) è contenuta al di sotto dei 20 Km. In atmosfera la densità dell'aria, e quindi la pressione, diminuiscono con l'aumentare della quota. L'andamento della temperatura con l'altezza consente di individuare diverse regioni, dette "sfere", a diverso regime termico: la troposfera, la stratosfera, la mesosfera e la termosfera.

Troposfera e stratosfera sono le regioni che influenzano maggiormente la vita sulla Terra; la presente descrizione è pertanto rivolta alla caratterizzazione di tali strati.

La troposfera, di spessore compreso tra i 6 e i 18 Km (minimo ai poli, massimo all'equatore), costituisce lo strato più vicino alla superficie terrestre; è lo strato in cui si verificano i fenomeni meteorologici e in cui regnano gli esseri viventi. Tale regione è caratterizzata da una diminuzione della temperatura all'aumentare della quota di circa 6°C ogni 1000 m (gradiente termico verticale della troposfera). I principali componenti dell'aria a livello della troposfera sono: azoto (78%), ossigeno (21%), anidride carbonica (0.035%), gas nobili (0.94%), oltre ad una percentuale variabile di vapore acqueo.

La stratosfera costituisce la regione dell'atmosfera immediatamente superiore alla troposfera e si estende fino ad una altezza di circa 50 Km. La sua temperatura rimane relativamente costante fino ad un'altezza di circa 30 Km; quindi aumenta gradualmente fino a raggiungere gli 0°C . La stratosfera comprende una fascia, detta ozonosfera, caratterizzata dalla presenza di ozono, nella quale il composto è in condizioni di equilibrio fotostazionario (le reazioni di formazione sono in equilibrio con le reazioni di fotodissociazione). Le reazioni che ne provocano la formazione e distruzione sono innescate dall'assorbimento della radiazione ultravioletta (UV-b) proveniente dal Sole e dannosa per la vita sulla Terra. L'ozonosfera rappresenta pertanto una barriera che protegge la superficie terrestre e le forme di vita che la popolano dagli effetti di tale radiazione.

3.2.2 Normativa in materia di VIA

Nell'ambito della normativa in materia di valutazione di impatto ambientale, il DPCM 27/12/88 definisce, per le opere incluse nell'art.1 del DPCM n. 377 del 10/8/88 (opere da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale), i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale, articolato secondo tre quadri di riferimento: programmatico, progettuale e ambientale. In particolare il Quadro di riferimento Ambientale, relativamente alla componente atmosfera, stabilisce che (all. 2 , art. 5 punto A del DPCM 27/12/88):

Obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria e delle condizioni meteoroclimatiche è quello di stabilire la compatibilità ambientale sia di eventuali emissioni, anche da sorgenti mobili, con le normative vigenti, sia di eventuali cause di perturbazione meteoroclimatiche con le condizioni naturali. Le analisi concernenti l'atmosfera sono pertanto effettuate attraverso:

- a. I dati meteorologici convenzionali (temperatura, precipitazioni, umidità relativa, vento), riferiti ad un periodo di tempo significativo, nonché eventuali dati supplementari (radiazione solare ecc...) e i dati di concentrazione di specie gassose e di materiale particolato;
- b. La caratterizzazione dello stato fisico dell'atmosfera attraverso la definizione di parametri quali: regime anemometrico, regime pluviometrico, condizioni di umidità dell'aria, termini di bilancio radiativo ed energetico;
- c. La caratterizzazione preventiva dello stato di qualità dell'aria (gas e materiale articolato);
- d. La caratterizzazione e localizzazione delle fonti inquinanti;
- e. La previsione degli effetti del trasporto (orizzontale e verticale) degli effluenti mediante modelli di diffusione in atmosfera;
- f. Previsioni degli effetti delle trasformazioni fisico-chimiche degli effluenti attraverso modelli atmosferici dei processi di trasformazione (fotochimica od in fase liquida) e di rimozione (umida e secca), applicati alle particolari caratteristiche del territorio.

Nel presente contesto l'analisi della componente atmosfera è stata effettuata secondo il modello DPSIR (Determinati - Pressioni - Stato - Impatti - Risposte) applicato alla valutazione di impatto ambientale, come illustrato in **fig. 3.4**.

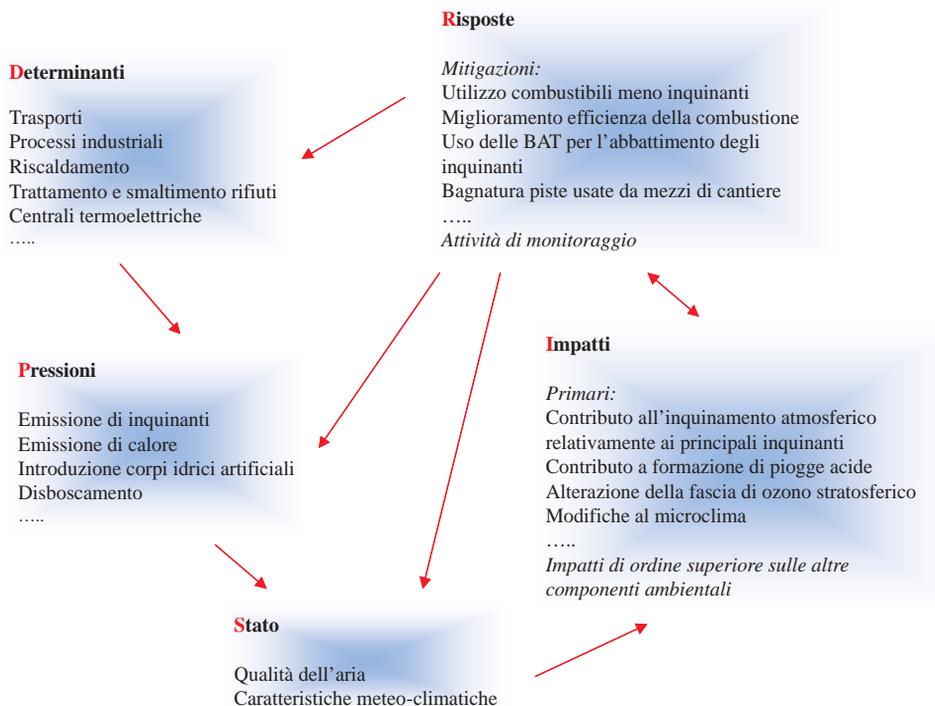


fig. 3.4 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente Atmosfera.

3.2.3 Stato

Nell'ambito di un'analisi di compatibilità ambientale la descrizione dello stato iniziale o "stato zero" delle componenti ambientali potenzialmente interferite dal progetto è finalizzata alla successiva valutazione delle alterazioni (impatti) generate dalla realizzazione dell'intervento.

Per quanto riguarda la componente atmosfera, la descrizione dello stato zero deve comprendere informazioni relativamente a:

- Lo **stato di qualità dell'aria** nell'ambito spaziale di riferimento;
- La **caratterizzazione dello stato fisico** (condizioni meteorologiche).

La caratterizzazione deve essere condotta a scala appropriata, in relazione alla possibile area di influenza dei potenziali impatti del progetto.

Le **scale spaziali** di influenza possono essere classificate come segue:

- **microscala:** riguarda fenomeni con azione limitata a qualche decina di metri;

- **scala urbana o locale:** è caratteristica di fenomeni che interessano distanze fino a qualche decina di chilometri;
- **mesoscala o scala regionale:** è caratteristica di fenomeni che interessano distanze da alcune decine fino ad alcune centinaia di chilometri;
- **scala sinottica:** è caratteristica di fenomeni che interessano distanze dalle centinaia alle migliaia di chilometri;
- **scala globale:** comprende distanze oltre i 5000 chilometri.

La descrizione della *qualità dell'aria* esistente deve essere rivolta alla determinazione delle concentrazioni di fondo (concentrazioni di base):

- delle sostanze inquinanti potenzialmente emesse dall'opera in progetto nelle diverse fasi di costruzione, esercizio e dismissione;
- delle sostanze inquinanti di origine secondaria che sono il risultato di reazioni che avvengono in atmosfera tra gli inquinanti primari emessi dall'opera o da altre attività presenti sul territorio, oppure tra gli inquinanti primari e i naturali costituenti dell'atmosfera.

Possibili fonti di informazione ai fini della caratterizzazione della qualità dell'aria sono rappresentate da:

- dati in possesso delle amministrazioni pubbliche che gestiscono reti di monitoraggio sul territorio. Occorre a tale proposito verificare l'esistenza di stazioni di monitoraggio atmosferico rappresentative della qualità dell'aria nel sito di progetto.
- studi di impatto ambientale esistenti e disponibili presso l'ufficio di deposito regionale.

In alternativa è possibile fare ricorso alla realizzazione di apposite campagne di monitoraggio e/o alla modellistica, qualora:

- non esistano stazioni di monitoraggio rappresentative della qualità dell'aria nel sito oggetto di studio o tali stazioni non siano equipaggiate per il monitoraggio di tutti gli inquinanti di interesse;
- non esistano dati di letteratura, provenienti ad esempio da altri studi di impatto ambientale.

La descrizione dello *stato fisico* dell'atmosfera è orientata alla definizione di parametri quali il regime anemometrico, regime pluviometrico, condizioni di umidità dell'aria, termini di bilancio radiattivo ed energetico. Dovranno pertanto essere raccolti dati meteorologici convenzionali (temperatura, pressione, precipitazioni, umidità relativa, velocità e direzione del vento) riferiti ad un periodo di tempo significativo, nonché eventuali dati supplementari (radiazione solare, stabilità atmosferica, altezza dello strato rimescolato ecc...).

La conoscenza delle condizioni meteoroclimatiche dell'area oggetto dell'intervento, unitamente alle caratteristiche della sorgente e all'orografia del territorio, consente

di disporre di informazioni necessarie per l'utilizzo di modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera; tale conoscenza risulta pertanto un requisito fondamentale al fine della stima dell'entità degli impatti generati dall'opera in progetto.

Le fonti di informazione ai fini della descrizione delle caratteristiche meteorologiche dell'area oggetto di studio includono: amministrazioni pubbliche che gestiscono reti di monitoraggio sul territorio, aeroporti locali, aeronautica militare, enti di ricerca (CNR, ENEA), servizi agrometeorologici regionali, ENEL ecc.

La verifica dell'esatta localizzazione delle stazioni di monitoraggio consente di valutare se esse siano o meno rappresentative delle caratteristiche meteorologiche del sito destinato alla realizzazione dell'opera in progetto.

3.2.4 Fonti di pressione

Per valutare l'impatto ambientale prodotto dalla realizzazione di un'opera occorre in primo luogo effettuare un'analisi del progetto ai fini di individuare le possibili fonti di impatto nelle diverse fasi di cantiere, esercizio e dismissione. Oltre alle fonti strettamente riconducibili al progetto è necessario considerare eventuali altre sorgenti già presenti nell'area ristretta e vasta, cui si va a sommare l'opera in questione. Infatti l'introduzione di una nuova sorgente emissiva in situazioni già critiche dal punto di vista della qualità dell'aria potrebbe comportare il superamento, da parte di alcune sostanze inquinanti, dei limiti imposti dalla normativa di riferimento e non essere pertanto ritenuta compatibile con una situazione territoriale già in parte compromessa.

Le **fonti di emissione** in atmosfera si distinguono in:

- **puntuali**, ovvero sorgenti geograficamente localizzabili, quali ad esempio i camini degli impianti industriali. Per caratterizzare una sorgente puntuale occorre disporre di informazioni relativamente a: flussi di massa degli inquinanti emessi, temperatura e velocità di uscita dei fumi, caratteristiche del camino (altezza, diametro);
- **diffuse**, cioè distribuite uniformemente sul territorio, quali ad esempio le fonti di riscaldamento domestico o le aree agricole;
- **lineari**, quali ad esempio le infrastrutture viarie. Per la caratterizzazione delle emissioni provenienti dal traffico occorre disporre di informazioni relativamente alle dimensioni e composizione del parco circolante, alle caratteristiche della circolazione e ai fattori di emissione dei singoli composti presi in considerazione.

Una seconda classificazione distingue le **sorgenti fisse** da quelle **mobili**. Le prime includono impianti industriali, impianti di produzione di energia elettrica, impianti di riscaldamento domestico, agricoltura e allevamento, sorgenti naturali ecc. Le sorgenti mobili comprendono il traffico stradale, ferroviario, aereo, navale, i veicoli fuori strada e i macchinari.

Nell'ambito del progetto europeo Corinair¹ le emissioni di inquinanti sono censite in 11 macrosettori :

- Combustione – energia e industria di trasformazione.
- Combustione non industriale.
- Combustione industriale.
- Processi produttivi.
- Estrazione, distribuzione di combustibili fossili/geotermico.
- Uso di solventi.
- Trasporti stradali.
- Altre sorgenti mobili.
- Trattamento e smaltimento rifiuti.
- Agricoltura.
- Altre sorgenti di emissione (natura).

Tali tipologie di fonti sono a loro volta classificabili come puntuali, lineari ed areali.

Per maggiori dettagli relativamente alle fonti che rientrano all'interno degli 11 macrosettori si rimanda alle linee guida redatte dall'ANPA (G. Bini et al., 2001). In **tab. 3.1** vengono riportate le fonti di emissione dei principali inquinanti atmosferici.

3.2.5 Pressioni

Le pressioni generate dalle attività progettuali che causano impatti diretti sulla matrice ambientale in oggetto consistono in:

- emissione di sostanze inquinanti nell'aria
- rilascio di calore

Inquinante	Fonti di emissione di origine antropica
Monossido di carbonio (CO)	La fonte antropica più importante è rappresentata dal trasporto su strada, in particolare dai gas di scarico dagli autoveicoli a benzina; la quantità di CO emessa dai motori dipende dalle condizioni di combustione e dalle condizioni di marcia. Altre sorgenti antropiche di rilievo sono: forme di trasporto diverse da quello su strada, combustione industriale e non industriale, processi di trattamento e smaltimento dei rifiuti, processi industriali come la produzione di acciaio e di ghisa, la raffinazione del petrolio, l'industria del legno e della carta.

¹ La Comunità Europea ha istituito con la Direttiva 85/338/CE il progetto CORINE (COoRdinated Information on the Environment in the European Community). Il progetto si articola in più sottoprogetti, tra i quali il CORINAIR che prevede lo sviluppo di inventari nazionali delle emissioni con cadenza pluriennale relativamente ai principali inquinanti atmosferici.

Inquinante	Fonti di emissione di origine antropica
Ossidi di azoto (NO _x e N ₂ O)	Le principali fonti antropiche sono riconducibili al trasporto su strada, ai processi di combustione per la produzione di energia, ad altre sorgenti mobili, ai processi di combustione industriale e non industriale, al trattamento e smaltimento dei rifiuti. In Italia il trasporto su strada è di gran lunga la fonte più importante in quanto ad esso è imputabile il 50% delle emissioni di ossidi di azoto.
Biossido di zolfo (SO ₂)	La maggiore fonte di inquinamento da ossidi di zolfo sono gli impianti di combustione fissi; tra questi il primo posto è occupato dalle centrali elettriche. Altre fonti rilevanti sono: processi produttivi e trasporti stradali.
Materiale particolato (PTS, frazione PM10 e PM 2.5)>	Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi produttivi, ai processi di combustione per la produzione di energia, ai processi di combustione industriale e non industriale e ai trasporti stradali.
Composti organici volatili diversi dal metano (NMVOC)	Le principali fonti antropiche sono rappresentate dal trasporto su strada, in particolare alle emissioni dei veicoli a benzina. I VOC rilasciati dai veicoli derivano: <ul style="list-style-type: none"> • dalle frazioni di carburante incombusto nei gas di scarico; • da processi evaporativi dal carburatore o dal serbatoio dei veicoli oppure da perdite per evaporazione durante la preparazione, distribuzione e stoccaggio delle benzine. La seconda fonte di inquinamento è rappresentata dalla produzione, trasporto ed utilizzo di solventi. Seguono l'agricoltura, le operazioni di estrazione e distribuzione dei combustibili e le attività di trattamento e smaltimento dei rifiuti.
Metano (CH ₄)	Le principali fonti antropiche sono: l'agricoltura, i processi di trattamento e smaltimento dei rifiuti e le attività di estrazione e distribuzione dei combustibili.
CFC	Utilizzati come refrigeranti nei frigoriferi domestici ed industriali, negli impianti di condizionamento dell'aria, oltre che come propellenti per gli aerosol delle bombolette spray e come solventi per il lavaggio a secco.

tab. 3.1 - Fonti di emissione dei principali inquinanti atmosferici

Le pressioni che agiscono sulla componente devono essere adeguatamente descritte in relazione al periodo di riferimento (fase di cantiere, esercizio, dismissione), alla modulazione all'interno del periodo di riferimento (azioni continue, discontinue, concentrate), agli aspetti quantitativi (quantità di inquinante emesso nell'unità di tempo, quantità di materiale movimentato, flussi di traffico ecc.), alla localizzazione ed incidenza sul territorio (individuazione dei recettori sensibili).

In sede di valutazione di impatto ambientale, ai fini di una corretta individuazione di tutti gli impatti, compresi quelli indiretti generati dalle attività progettuali sulla componente in esame, è necessario considerare e stimare, oltre le pressioni che agiscono direttamente sull'atmosfera, anche le pressioni che, pur agendo direttamente su altre componenti,



producono impatti di secondo ordine o di ordine superiore sulla componente in oggetto. Queste ultime sono sostanzialmente rappresentate da azioni che comportano cambiamenti della morfologia della superficie terrestre, quali ad esempio disboscamenti, rimboschimenti, creazione di bacini idrici artificiali ecc.

3.2.6 Impatti

Le pressioni generate dalle attività progettuali possono provocare impatti diretti o indiretti sulla componente atmosfera. Si parla di impatti diretti quando gli effetti sono direttamente riconducibili alle fonti di pressione che li hanno prodotti. Gli impatti indiretti sono il risultato di pressioni generate dalle attività progettuali su altre matrici ambientali ma che, a causa del sistema complesso di interazioni che regola i rapporti tra le componenti, producono effetti di secondo ordine o di ordine superiore sull'atmosfera. A sua volta ogni alterazione dello stato chimico o fisico della componente in esame genera una serie di effetti che interessano altre componenti ambientali, quali l'ambiente idrico, il suolo, la vegetazione, la fauna, gli ecosistemi, la salute pubblica, i beni materiali, come illustrato nel network in **fig. 3.5**. Di seguito vengono riportati i principali effetti diretti ed indiretti sulla componente in esame:

- Contributo all'inquinamento atmosferico relativamente ai principali inquinanti atmosferici.

L'impatto consiste nell'aumento di concentrazione dei principali inquinanti atmosferici (CO, NO_x, SO₂, polveri ecc.) dovuto:

- all'emissione di tali sostanze da parte dell'opera durante la fase di esercizio (processi produttivi, processi di combustione industriale ecc.);
- alle emissioni dei mezzi di trasporto indotti impiegati durante le fasi di cantiere (mezzi impiegati per le attività di sbancamento e trasporto materiali) ed esercizio (mezzi per l'approvvigionamento delle materie prime e smaltimento rifiuti, autoveicoli del personale impiegato e degli utenti dell'opera).

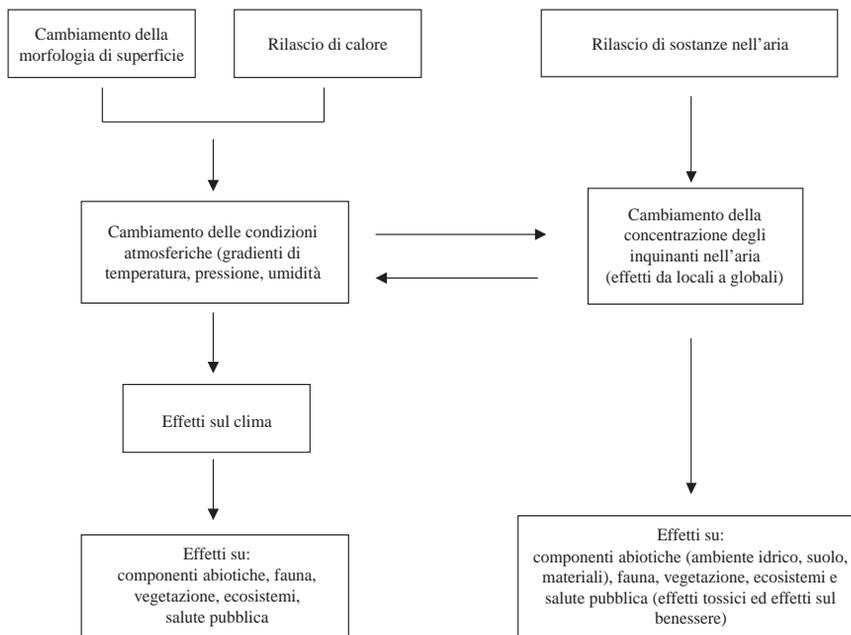


fig 3.5 - Network causa-effetto per la componente atmosfera (Gisotti G., 1990, modificato)

- Contributo alla produzione di piogge acide per immissione di ossidi di azoto e/o di zolfo.

Gli ossidi di azoto e di zolfo, oltre ad avere effetti tossici diretti nei confronti dell'uomo e della vegetazione, sono i maggiori responsabili delle piogge acide. Tali composti, infatti, vengono trasformati in atmosfera in acido nitrico e solforico che vengono successivamente rimossi attraverso processi di deposizione secca ed umida. Le deposizioni acide sono causa dell'acidificazione delle acque superficiali e dei suoli, e possono produrre danni ai materiali (ad esempio l'acido solforico reagisce con il carbonato di calcio con produzione di solfato di calcio, solubile in acqua e quindi asportabile dalle piogge).

- Contributo all'alterazione dell'ozono stratosferico per immissioni di gas ozono riducenti.

L'impatto è legato all'emissione di composti quali gli idrocarburi alogenati (clorocarburi, clorofluorocarburi, cloroflorobromocarburi, bromocarburi) che sono stabili in troposfera, dove hanno tempi di vita media molto elevati (dell'ordine delle decine o centinaia di anni), mentre vengono fotolizzati in stratosfera con il conseguente rilascio di alogeni nella forma di radicali liberi; questi innescano cicli di reazioni a catena che comportano il consumo di ozono stratosferico. La riduzione del-

la fascia di ozono, in grado di assorbire la radiazione UV-b proveniente dal Sole, comporta rilevanti conseguenze negative sulla salute umana e, più in generale, sull'intera biosfera (la radiazione UV-b può interferire con il DNA ed altre molecole di importanza biologica).

Oltre ai CFC anche altri gas, quali ad esempio il protossido di azoto, sono responsabili del fenomeno.

- Contributo all'effetto serra per immissioni di gas-serra.

L'impatto è dovuto all'emissione di sostanze inquinanti in grado di assorbire la radiazione infrarossa emessa dalla Terra alterando il bilancio energetico del sistema Terra-atmosfera-spazio con conseguente aumento della temperatura sul nostro pianeta. L'assorbimento della radiazione infrarossa da parte dei costituenti dell'atmosfera (in modo particolare da parte della CO₂) è un fenomeno naturale, indispensabile per il mantenimento della temperatura media di 15-18°C sulla superficie terrestre. Un aumento della concentrazione di gas serra (CO₂, CH₄, N₂O, ozono troposferico, vapore acqueo) incrementa l'assorbimento della radiazione infrarossa emessa dalla Terra con conseguente aumento della temperatura e cambiamenti climatici che si ripercuotono sulle componenti abiotiche (ambiente idrico, suolo e sottosuolo) e sulla biosfera (vegetazione, fauna, ecosistemi).

- Aumento dell'inquinamento fotochimico.

Gli inquinanti fotochimici, dei quali il principale tracciante misurato nelle reti di monitoraggio della qualità dell'aria è l'ozono troposferico, sono composti di origine secondaria; non hanno pertanto fonti di emissione dirette in atmosfera ma si formano tramite un ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono alcuni inquinanti primari: gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. La principale fonte antropica di questi precursori è il traffico veicolare.

Dal momento che le reazioni che portano alla formazione di ozono troposferico sono di natura fotochimica il fenomeno è generalmente importante nelle ore più calde della stagione estiva, quando si verifica più frequentemente il superamento dei limiti di legge stabiliti per tale composto. L'ozono ha effetti sulla salute umana (in particolare può provare danni a carico dell'apparato respiratorio ed irritazione agli occhi), sulla vegetazione (necrosi fogliare e calo di resa) e sui materiali (alterazione chimica di gomme e fibre tessili).

- Contributo alla produzione di particolato secondario.
- Effetti sul clima, quali ad esempio: variazioni del clima locale indotte dal rilascio di significative quantità di calore nell'aria e variazioni del microclima locale per introduzione e/o eliminazione di corpi idrici o per modifiche alla vegetazione arborea e/o arbustiva naturale.

La normativa in materia di valutazione di impatto ambientale, in particolare il DPCM 27/12/88 (all.2, art.5), prevede l'utilizzo di modelli matematici di dispersione degli inquinanti in atmosfera allo scopo di effettuare stime in relazione alle variazioni di qualità dell'aria e delle ricadute al suolo conseguenti alla realizzazione dell'opera in progetto. Sulla base di tali stime e dal confronto dei risultati ottenuti con i limiti imposti dalla normativa di riferimento, possono eventualmente essere ipotizzate alternative tecnologiche al fine di ridurre le emissioni di sostanze inquinanti oppure alternative localizzative che considerino una diversa collocazione per l'intera opera o per alcuni suoi elementi di base (ad es. una diversa altezza dei camini). La previsione modellistica deve essere effettuata in riferimento al "caso più probabile", ovvero sia in riferimento alle normali condizioni di funzionamento dell'impianto e a condizioni meteorologiche "medie" in relazione all'area di riferimento, e al "caso peggiore", relativo a particolari condizioni di funzionamento dell'impianto e/o a condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Nel presente paragrafo non si intende affrontare un argomento così complesso e specialistico e si rimanda pertanto alla letteratura esistente in materia (ad es. Desiato et al., 2000 e G. Finzi et al., 2001). Si sottolinea comunque il fatto che non esiste un modello valido per tutte le situazioni; le caratteristiche ed i requisiti del modello da utilizzare variano in funzione dello scenario di dispersione del fenomeno da simulare (descritto tramite: dominio, scala spaziale, scala temporale, sorgente, tipo di inquinanti, meteorologia, regime). La corretta scelta del modello in funzione dell'evento che si intende riprodurre è fondamentale ai fini di determinare l'attendibilità dei risultati ottenuti. Uno degli aspetti importanti nel campo della Valutazione di Impatto Ambientale è proprio quello di saper valutare in modo critico se lo strumento modellistico utilizzato dal Proponente all'interno del SIA è idoneo per il caso-studio in oggetto.

3.2.7 Risposte

In seguito all'identificazione e stima degli impatti potenziali generati dalla realizzazione dell'opera in progetto lo Studio di Impatto Ambientale deve prevedere misure di mitigazione per ridurre l'impatto dell'intervento ai fini di renderlo più compatibile con le esigenze di tutela dell'ambiente e della salute pubblica, e programmare un'attività di monitoraggio per valutare l'evoluzione dei parametri più critici.

Le mitigazioni possono riguardare *alternative localizzative e realizzative*. In presenza di più alternative localizzative è preferibile evitare la realizzazione dell'opera in siti con una situazione già critica dal punto di vista della qualità dell'aria o in siti con elevata sensibilità intrinseca nei confronti dell'inquinamento atmosferico. Sono inoltre preferibili soluzioni localizzative che minimizzino i flussi di mezzi di trasporto indotti dalla realizzazione dell'opera.

Le alternative realizzative possono prevedere:

- Soluzioni tecnologiche che comportano l'utilizzo di combustibili meno inquinanti (ad esempio gas metano al posto dell'olio combustibile).
- Riduzione del contenuto delle impurità del combustibile utilizzato attraverso processi preventivi.
- Miglioramento dell'efficienza della combustione.
- Utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per l'abbattimento delle emissioni di sostanze pericolose in atmosfera.
- Localizzazione dei camini ad altezza tale da minimizzare i rischi connessi alle emissioni.
- Interposizione di barriere tra il punto di emissione e i possibili recettori sensibili.
- Bagnatura delle piste usate dai mezzi di cantiere e dei materiali trasportati o lavorati.
- Limitazioni al transito di mezzi pesanti nei centri abitati.
- Limitazioni al traffico indotto prevedibile durante la fase di esercizio.
- Eventuale riduzione delle emissioni di inquinanti provenienti da altre fonti nell'ambito dell'area ristretta e vasta in cui si colloca l'intervento.

L'attivazione di un sistema di monitoraggio volto a valutare nel tempo l'andamento dei parametri più critici in relazione alle attività di progetto consente di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate, di prevederne di nuove e di segnalare precocemente situazioni di criticità per l'ambiente e la salute pubblica.

Il monitoraggio della qualità dell'aria può essere svolto associando alle misure di concentrazione dei principali inquinanti nell'aria e all'acquisizione dei principali parametri meteo-climatici, il monitoraggio biologico che, facendo uso di campioni vegetali presenti nell'area oggetto di studio, consente di valutare il tipo di risposta della vegetazione nei confronti dei diversi inquinanti. Gli organismi vegetali possono, infatti, rispondere all'inquinamento atmosferico agendo come *bioindicatori* o *bioaccumulatori*. I bioindicatori sono organismi che in presenza di sostanze inquinanti subiscono modificazioni misurabili e quantificabili; i bioaccumulatori assorbono e accumulano al loro interno elevate concentrazioni di specifici inquinanti senza subire danni per periodi di tempo più o meno lunghi. Ai fini del monitoraggio biologico possono essere utilizzate specie presenti naturalmente e in modo diffuso nell'area oggetto di studio oppure specie coltivate su substrati controllati opportunamente posizionati sul territorio.

3.2.8 Azioni di sostenibilità ambientale applicabili alla VIA relative alla componente atmosfera

Tra gli obiettivi individuati dall'Unione Europea per il conseguimento di uno sviluppo sostenibile², quelli inerenti la componente atmosfera riguardano i *cambiamenti climatici* e la *protezione della fascia di ozono stratosferico*.

Gli effetti sul Clima

La risoluzione dei problemi inerenti la qualità dell'aria ed i cambiamenti climatici richiede un intervento coordinato a livello globale; infatti tali problemi, per loro natura, vanno oltre i confini dei singoli Paesi e iniziative differenti a livello dei diversi Stati rischiano quindi di perdere di efficacia o, addirittura, di essere tra loro contrastanti.

La Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (New York, 9 Maggio 1992) rappresenta il primo trattato internazionale vincolante avente come oggetto i cambiamenti climatici. Lo strumento attuativo di tale Convenzione è il Protocollo di Kyoto, (Dicembre 1997), che impegna gli 84 Paesi firmatari a ridurre in media del 5.2% rispetto al 1990 (anno assunto come riferimento), le emissioni di sei gas responsabili dell'effetto serra (biossido di carbonio, metano, protossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, esafluoruro di zolfo); tale obiettivo dovrà essere raggiunto tra il 2008 e il 2012. La riduzione media del 5.2% viene ripartita in modo diverso tra i Paesi che hanno aderito alla Convenzione; per i Paesi dell'Unione Europea la riduzione deve essere, nel loro insieme, dell'8%.

Il contributo dell'Italia rispetto alle emissioni globali di gas serra è intorno al 2%, di cui la quota percentuale maggiore è rappresentata dal biossido di carbonio. Nel 1990, anno di riferimento della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite, l'Italia ha emesso 548 Mlt di gas serra espressi come equivalenti di biossido di carbonio; tali emissioni sono costituite per l'80,6% da CO₂, per il 9,5% da metano e per il 9,9% da protossido di azoto.

La maggior parte degli scienziati conferma l'esistenza di una correlazione tra gas serra e aumento della temperatura sul nostro pianeta. A supporto di tale ipotesi vengono citate le cifre che mostrano una correlazione tra l'aumento delle emissioni di gas serra e l'aumento della temperatura sulla Terra. Infatti la concentrazione di biossido di carbonio nell'atmosfera è aumentata, dal 1880 al 2001, rispettivamente da 290 ppm a circa 370 ppm; nello stesso tempo, dalla rivoluzione industriale ad oggi, la temperatura media globale del nostro pianeta è aumentata di un valore compreso tra 0.3°C e 0.6°C e gli anni Novanta sono stati il decennio più caldo.

A livello globale il riscaldamento del pianeta potrà provocare una diminuzione della coltre ghiacciata della Groenlandia e dell'Antartico, con conseguente innalza-

² Cfr. parte I, paragrafo 1.1.2

mento del livello degli oceani. Nell'ultimo secolo il livello del mare è cresciuto globalmente di 10-25 cm.

La redistribuzione degli eventi pluviali provocherà una variazione nel tempo di ricarica delle falde e della loro qualità, oltre ad alterare il grado di erosione dei suoli con conseguente maggior consumo dei fertilizzanti solubili e, quindi, la loro introduzione in quantità maggiori nell'ambiente.

Tutto ciò induce una serie di effetti sulla biosfera, effetti già parzialmente in atto, tra cui: perdita delle foreste e della loro biodiversità, perdita dei suoli fertili con conseguente alterazione della biodiversità e maggior richiesta di pesticidi, drastica riduzione della vegetazione costiera ed alterazione dei cicli di energetici e di massa degli ecosistemi pelagici e bentonici.

Le possibili azioni da perseguire durante la fase di valutazione della componente, e come indirizzo per la scelta di alternative, sono:

- Miglioramento dell'efficienza del parco energetico.
- Riduzione dei consumi energetici, utilizzando l'energia in modo più razionale.
- Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili.
- Tutela del patrimonio forestale.

I suoli agricoli e le foreste, grazie alla loro capacità di sequestrare il carbonio, hanno un ruolo cruciale nelle strategie di contenimento e mitigazione dei cambiamenti climatici. La protezione ed estensione delle foreste con specie adatte alle condizioni locali per l'assorbimento di carbonio viene indicata come una delle principali azioni nazionali di contenimento delle emissioni di gas serra.

- Limitazione e/o riduzione delle emissioni di metano attraverso il recupero ed utilizzazione del gas nel settore della gestione dei rifiuti e nella produzione, trasporto e distribuzione di energia.

L'ozono stratosferico³

A livello della troposfera l'ozono è un agente inquinante con conseguenze dirette sulla salute dell'uomo, sull'ambiente e sui beni materiali; al contrario la presenza di tale composto nella stratosfera è indispensabile per la vita sulla Terra in quanto filtra la radiazione ultravioletta proveniente dal Sole.

La diminuzione dell'ozono stratosferico, in particolare nella stratosfera Antartica, è legato all'emissione di composti artificiali quali gli idrocarburi alogenati, tra cui i più dannosi per la fascia di ozono sono i clorofluorocarburi (CFC); tali composti sono utilizzati prevalentemente negli impianti di refrigerazione, come propellenti nelle

³ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo in Italia, Dipartimento per lo sviluppo sostenibile e per le politiche del Personale e degli Affari Generali-Direzione per lo Sviluppo Sostenibile, 2002, cap. 3, pp. 14-21.

bombolette spray, nell'industria elettronica, per la preparazione di vernici e solventi, nella produzione di alcune plastiche e in alcuni processi industriali.

Una valida alternativa all'uso di queste sostanze è l'impiego degli idroclorofluorocarburi (HCFC), che hanno un potenziale di distruzione dell'ozono basso nel lungo termine, ma aumentano il carico atmosferico di cloro nel breve periodo e hanno rilevante effetto serra, con fattore di equivalenza rispetto alla CO₂ di 93-2000. Anche il bromuro di metile, le cui principali sorgenti di emissione sono gli usi agricoli (fumigazione di suoli) e l'utilizzo come materia prima in prodotti di sintesi chimica, ha significative capacità di distruzione dell'ozono.

Il problema della riduzione della fascia di ozono stratosferico è stato affrontato a livello internazionale. In particolare il Protocollo di Montreal (1987), in attuazione della convenzione di Vienna (1985), ha stabilito obiettivi e misure per ridurre la produzione e l'utilizzo di sostanze dannose per la fascia di ozono stratosferico (clorofluorocarburi, tetracloruro di carbonio, 1,1,1-tricloroetano, halons, idroclorofluorocarburi, bromuro di metile).

L'Italia ha adottato il 28 Dicembre 1993 la Legge n. 549 concernente "Misure a tutela dell'ozono stratosferico", che stabilisce i termini di cessazione dell'impiego di sostanze dannose per la fascia di ozono e ne disciplina le fasi di raccolta, riciclo e smaltimento. Con il D.L. n. 56 del 10 Febbraio 1996 e il D.M. del 26 Marzo 1996 viene accelerata l'eliminazione degli halon utilizzati nel settore antincendio e vengono definite le caratteristiche ambientali dei prodotti sostitutivi (idroclorofluorocarburi).

In recepimento del Regolamento CEE 3093/94 e del Regolamento CE 2037/00, l'Italia adotta la Legge n. 179 del 16 Giugno 1997 che modifica la L. n. 549/93 e recepisce le norme stabilite dal D.L. n. 56/96.

In generale i principali obiettivi ed azioni volti alla protezione della fascia di ozono stratosferico possono essere riassunti come segue:

- Cessazione della produzione, immissione sul mercato e dell'impiego di sostanze lesive per l'ozono.
- Disciplina delle fasi di raccolta, riciclo e smaltimento di sostanze dannose per l'ozono.
- Impegno continuo per la cooperazione internazionale.

3.3 AMBIENTE IDRICO

3.3.1 Introduzione

L'ambiente idrico è costituito dall'insieme delle masse d'acqua superficiali e sotterranee presenti sulla crosta terrestre. Il quantitativo di acqua presente sul pianeta è di circa 1,5 miliardi Km³ (Hutchinson, 1957); tale dato è stato confermato negli ultimi anni da studi più dettagliati (Van Der Leeden et al., 1990). L'acqua si ri-



parte in differenti comparti ambientali: la parte più consistente (circa il 97%) è costituita dagli oceani e dai mari mentre il restante 3% si trova nei ghiacciai, nelle acque sotterranee, nelle acque superficiali e, anche se in minima parte, nell'atmosfera. All'interno del ciclo idrologico sono potenzialmente disponibili per le attività umane le acque presenti nei corpi idrici (corsi d'acqua superficiali, laghi, falde acquifere) mentre risulta evidente che l'acqua dei ghiacciai, per motivi pratici, è in gran parte inutilizzata e inutilizzabile .

Il sistema idrologico di una regione è determinato da un insieme di fattori climatici, meteorologici, geologici, orografici, vegetazionali ed antropici che ne caratterizzano il bacino imbrifero. In una regione si distinguono il sistema delle acque interne e delle acque sotterranee; il primo è caratterizzato dalle acque correnti superficiali e dai laghi, il secondo dalle acque che si trovano a profondità variabili negli strati superficiali della litosfera e che derivano dall'infiltrazione nel sottosuolo di acque di precipitazione meteorica o di acque superficiali.

Attraverso l'analisi dei rapporti tra le acque superficiali e sotterranee in un territorio idrograficamente unitario (per esempio un bacino idrografico), è possibile valutare le caratteristiche del bilancio idrico complessivo. Le acque superficiali e sotterranee oltre a svolgere molteplici *funzioni ecologiche* nel mantenimento degli equilibri

ecosistemici (interazione tra acque lotiche e lentiche¹, influenza sui microclimi locali, condizionamento di fauna, flora e vegetazione), rappresentano anche un'importante *risorsa primaria* per usi energetici, usi industriali, usi irrigui, usi idropotabili, usi per la navigazione interna ed usi ricreativi.

Gli effetti sull'ambiente idrico di un determinato territorio causati dalle attività antropiche si manifestano su due differenti aspetti: sulla **disponibilità quantitativa** e sulla **qualità** della risorsa acqua (che riporta ai fenomeni di inquinamento, inteso come immissione di sostanze estranee ai corpi idrici recettori con effetto di alterazione delle caratteristiche fisico - chimiche delle acque). Aspetti quantitativi e qualitativi sono evidentemente correlati in quanto la scarsità e l'inquinamento delle acque interagiscono a dare un quadro complessivo dello stato di qualità della risorsa idrica, sulla base del quale si devono adottare adeguate politiche di gestione.

3.3.2 Normativa in materia di VIA

In una valutazione di impatto ambientale le problematiche connesse all'ambiente idrico vengono affrontate distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee.

Ambiente idrico superficiale

L'ambiente idrico superficiale deve essere affrontato secondo quanto stabilito nell'Allegato II del DPCM del 27/12/88 "Caratterizzazione ed analisi delle componenti e dei fattori ambientali":

Obiettivo della caratterizzazione delle condizioni idrografiche, idrologiche e idrauliche, dello stato di qualità e degli usi dei corpi idrici è:

1. stabilire la compatibilità ambientale, secondo la normativa vigente, delle variazioni quantitative (prelievi, scarichi) indotte dall'intervento proposto;
2. stabilire la compatibilità delle modificazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte dall'intervento proposto, con gli usi attuali, previsti e potenziali, e con il mantenimento degli equilibri interni a ciascun corpo idrico, anche in rapporto alle altre componenti ambientali.

¹ Le **acque lotiche** comprendono tutti i corpi d'acqua in movimento più o meno rapido e con velocità variabile, quali ruscelli, torrenti e fiumi. Le **acque lentiche** comprendono corpi d'acqua con movimenti orizzontali di entità modesta, quali laghi, stagni, paludi, acquitrini e lanche dei fiumi.

Le analisi concernenti i corpi idrici riguardano:

- a. la caratterizzazione qualitativa e quantitativa del corpo idrico nelle sue diverse matrici;
- b. la determinazione dei movimenti delle masse d'acqua, con particolare riguardo ai regimi fluviali, ai fenomeni ondosi e alle correnti marine ed alle relative eventuali modificazioni indotte dall'intervento. Per i corsi d'acqua si dovrà valutare, in particolare, l'eventuale effetto di alterazione del regime idraulico e delle correnti. Per i laghi ed i mari, si dovrà determinare l'effetto eventuale sul moto ondoso e sulle correnti;
- c. la caratterizzazione del trasporto solido naturale, senza e con intervento, anche con riguardo alle erosioni delle coste ed agli intormentimenti;
- d. la stima del carico inquinante, senza e con intervento, e la localizzazione e caratterizzazione delle fonti;
- e. la definizione degli usi attuali, ivi compresa la vocazione naturale, e previsti.

Sulla base di quanto indicato nell'Allegato II la valutazione degli effetti sulle acque superficiali si basa sull'analisi di caratterizzazione² dell'ambiente idrico relativa alle condizioni idrografiche, idrologiche, idrauliche nonché allo stato di qualità e agli usi delle acque sul territorio interessato da uno specifico progetto o piano. Il regime idrico di un corso d'acqua è inoltre influenzato dai diversi parametri morfologici e morfometrici del bacino idrografico, dalla geologia, dalla vegetazione e dalle attività umane interferenti con il sistema idrico (interventi in alveo, estrazioni di materiali inerti, cementificazione e rettifiche delle sponde, derivazioni, captazioni e canalizzazioni, ecc.). Ai fini di una caratterizzazione del bilancio idrico occorre conoscere i processi legati alla fase terrestre del ciclo dell'acqua, ossia:

- Precipitazioni atmosferiche
- Percolazione nel suolo e nel sottosuolo
- Scorrimenti idrici superficiali
- Scorrimenti idrici sotterranei
- Affioramenti di acque dal sottosuolo
- Evapotraspirazione

² Il livello di caratterizzazione delle acque superficiali sarà influenzato dalle specificità del caso e del suo livello di analisi ambientale, dalla qualità e dai volumi degli scarichi previsti, nonché dal livello di importanza (ambientale o di utilizzo) dei corpi idrici coinvolti.

Ambiente idrico sotterraneo

Per quanto riguarda l'analisi ambientale relativa alle acque sotterranee si deve fare riferimento all'Allegato II del DPCM del 27/12/88 "Caratterizzazione ed analisi delle componenti e dei fattori ambientali" che riporta sotto la componente suolo e sotto-suolo i seguenti punti³:

- b. caratterizzazione geomorfologia e l'individuazione dei processi di modellamento in atto, con particolare riguardo per i fenomeni di erosione e di sedimentazione, e per i movimenti di massa (movimenti lenti nel regolite, frane), nonché per le tendenze evolutive dei versanti, delle piane alluvionali e dei litorali eventualmente interessati;
- f. caratterizzazione geochimica delle fasi solide (minerali, sostanze organiche) e fluide (acque, gas) presenti nel suolo e nel sottosuolo, con particolare riferimento agli elementi e composti naturali di interesse nutrizionale e tossicologico.

La determinazione delle caratteristiche relative all'ambiente idrico e l'organizzazione delle informazioni ad esse legate vengono affrontate utilizzando il metodo DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) secondo lo schema esposto in fig. 3.6.

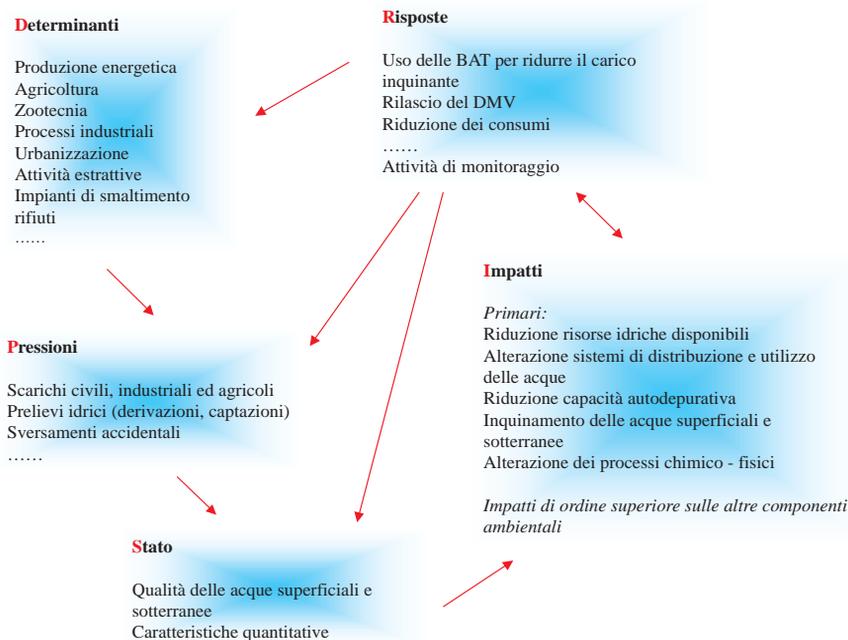


fig. 3.6 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale – componente ambiente idrico (acque superficiali e sotterranee).

³ Oltre a quelli presenti nell'Allegato II del DPCM del 27/12/88 "Caratterizzazione ed analisi delle componenti e dei fattori ambientali".

3.3.3 Stato

Ambiente idrico superficiale

In un'analisi articolata dello stato di qualità della risorsa idrica superficiale e dei potenziali effetti di interventi agenti direttamente o indirettamente su di essa, oltre agli aspetti tipicamente morfologici di un bacino devono essere rivolte particolari attenzioni a condizioni già critiche del corso d'acqua, in particolare:

- acque di corpi idrici superficiali in situazioni ove la conoscenza della qualità delle acque sia insufficiente e necessiti pertanto la verifica dei reali livelli di inquinamento attuali;
- acque di corpi idrici superficiali in situazioni ove già esistano livelli critici di inquinamento idrico tali da pregiudicare usi attuali o potenziali delle risorse idriche;
- variazioni sulle portate determinate da scarichi e prelievi idrici esistenti (ai fini di una previsione degli eventuali effetti sinergici e cumulativi con gli effetti causati da interventi in progetto)
- acque di scarico con specifica attenzione a quelle di cui non sono conosciute le caratteristiche e che sono pertanto potenzialmente pericolose.

Nella tabella seguente (**tab. 3.2**) sono riportati i principali parametri necessari alle valutazioni delle condizioni di qualità di un corpo idrico.

Parametri di caratterizzazione ordinaria delle acque superficiali: temperatura; pH; conducibilità; ossigeno disciolto; solidi sospesi ed in sospensione; BOD ₅ e COD; trasparenza (nelle acque lacustri); durezza; ciclo dell' azoto (azoto totale, ammoniacale, nitrico); ortofosfati e fosforo totale; cloruri e solfati; eschericchia coli
Analisi ecotossicologiche, come ad esempio: Daphnia magna, test crescita algale, batteri bioluminescenti
Analisi sui sedimenti per definire eventuali situazioni di degrado ambientale;
Portate caratteristiche (ordinarie, di piena, di magra) dei corsi d'acqua di interesse nelle stazioni notevoli
Carichi inquinanti sul bacino
Scarichi esistenti
Prelievi esistenti
Indici biotici in grado di rappresentare lo stato di salute complessivo dei corsi d'acqua.

tab. 3.2 - Informazioni necessarie per la caratterizzazione del quadro ambientale della componente ambiente idrico.

Per una migliore gestione delle informazioni ambientali e per un loro successivo riutilizzo è necessario fornire dati georeferenziati relativi alle stazioni rappresentative per il rilevamento di parametri chimico - fisico - biologici presenti nell'area di studio.

I principali elementi idrografici che devono essere considerati in un'analisi della risorsa idrica sono le sorgenti, i corsi d'acqua (rii e ruscelli, torrenti, fiumi, canali artificiali), le zone di foce fluviale, i laghi, le lagune, le torbiere, i fontanili, i ghiacciai ed i nevai. Mentre per quanto concerne i principali punti di immissione degli inquinanti è necessario considerare gli scarichi civili (pubblici e privati), industriali, i canali di drenaggio delle acque di dilavamento, gli eventuali scarichi zootecnici, i punti di derivazione e di restituzione delle acque superficiali e i manufatti ed opere poste lungo l'asta fluviale (dighe, scale di rimonta, ecc.)

L'analisi dello stato delle acque superficiali deve concentrarsi sulle caratteristiche relative sia alla qualità sia alla quantità della risorsa prestando particolare attenzione a:

- Portate di piena eccezionali
- Portate di magra eccezionali
- Inquinanti organici
- Fattori di eutrofizzazione (ovvero la presenza di azoto e fosforo totale)
- Metalli pesanti principali (cromo, cadmio, rame, zinco, mercurio, arsenico, piombo)
- Presenza di tensioattivi e fitofarmaci (fattori critici per la vita acquatica)
- Inquinanti microbici colifecali, streptococchi fecali e virus

Per quanto riguarda le caratteristiche del territorio devono essere considerati in particolare gli ambiti territoriali definiti come *aree sensibili*⁴ tra cui emergenze idrografiche, unità idrografiche critiche (quali i corsi d'acqua durante una magra eccezionale), corsi d'acqua con elevato stato ambientale⁵, corsi d'acqua utilizzati per la potabilizzazione delle acque, corsi d'acqua utilizzati per l'itticoltura, aree protette o ecosistemi particolarmente vulnerabili. Tali informazioni devono essere dedotte attraverso dati di cartografia e attraverso indagini ambientali specifiche, con l'obiettivo di stabilire la compatibilità ambientale, in termini di variazioni quantitative della risorsa idrica e di modificazioni fisico - chimiche - biologiche indotte da un'opera o intervento in progetto, rispetto agli usi attuali del territorio e rispetto agli equilibri interni al corpo idrico anche in rapporto alle altre componenti ambientali.

⁴ Le aree sensibili sono individuate dall'art. 4 del D.Lgs. 258/00 *Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento a norma dell'art. 1 comma 4 della legge 24 aprile 1998 n. 128*. I criteri per l'individuazione delle aree sensibili sono indicati nell'allegato 6 del D.Lgs. 258/00.

⁵ Lo stato ambientale è definito dal D.Lgs 258/00 in relazione al grado di scostamento rispetto alle condizioni di un corpo idrico di riferimento (cioè corpo idrico con caratteristiche biologiche, idromorfologiche e fisico - chimiche tali da renderlo immune da impatti antropici). La valutazione globale relativa alla qualità di un corpo idrico viene determinata correlando lo Stato Ecologico (SECA), ottenuto valutando il livello di inquinamento dei macrodescrittori (LIM) e l'indice biotico esteso (IBE), con lo Stato Chimico del corso d'acqua.

Ambiente idrico sotterraneo

Le acque sotterranee costituiscono una risorsa fondamentale per l'uomo ed il territorio, soprattutto come fonte di acque potabili e utilizzabili per attività produttive (in primo luogo l'agricoltura e la produzione industriale). Si distinguono:

- le **falde superficiali**, che si formano al di sopra del primo strato sotterraneo impermeabile e sono quelle che alimentano ad esempio sorgenti e fontanili;
- le **falde profonde**, che possono risultare *libere*, se scorrono senza toccare un tetto impermeabile, oppure *artesiane* se sono racchiuse tra strati impermeabili sui quali esercitano una pressione. Se si effettua una perforazione attraverso una falda freatica di quest'ultimo tipo si libera acqua sotto pressione, che emerge spontaneamente in superficie attraverso il pozzo artesiano.

Per analizzare lo stato di qualità delle acque sotterranee occorre effettuare un monitoraggio relativo sia agli aspetti quantitativi sia a quelli qualitativi⁶.

Il monitoraggio quantitativo è basato sulla determinazione del livello piezometrico (con le relative escursioni stagionali) e delle portate delle sorgenti o emergenze naturali con la finalità di acquisire le informazioni di base per la definizione del bilancio idrico e caratterizzare l'acquifero in termini di potabilità, produttività e grado di sfruttamento. La caratterizzazione dell'acquifero prevede la raccolta di informazioni e indagini relative a: geometria dell'acquifero; natura, struttura, profondità e successione degli strati litologici superficiali; permeabilità degli strati d'appoggio; direzione e velocità di scorrimento delle falde; eventuali rapporti tra falde superficiali e falde profonde e tra acque superficiali e acque sotterranee. E' necessario inoltre descrivere l'estensione delle aree omogeneamente interessate da un medesimo acquifero, un tipo di informazione di difficile reperimento ma che merita un approfondimento nel caso in cui si renda evidente la presenza di un impatto particolarmente rilevante. A tale proposito, la difficoltà intrinseca di elaborazione dei dati per caratterizzare l'ambiente idrico sotterraneo è principalmente dovuta alla loro incompletezza ed alla loro bassa densità per km² (maglia dei punti dei piezometri), per cui i pochi dati disponibili sono in genere rappresentati sul territorio con stratigrafie degli strati geologici molto disomogenee.

Per consentire una più agevole analisi dei dati raccolti è possibile rappresentare su apposita cartografia alcuni tematismi tra cui quelli maggiormente utilizzati sono:

- ubicazione dei piezometri rappresentativi per il rilevamento di parametri chimico - fisico- microbiologici;
- linee di isoconcentrazione per determinati parametri chimico - fisici;
- sezioni rappresentative delle stratigrafie;

⁶ D.lgs. 18 Agosto 2000, n. 258.

- punti di prelievo;
- linee isofreatiche;
- direzioni di scorrimento delle falde.

Il monitoraggio qualitativo riguarda i parametri chimico - fisici macrodescrittori, ossia i "parametri di base" per la caratterizzazione della qualità del corpo idrico sotterraneo quali:

- Temperatura
- Durezza totale (mg/L CaCO_3)
- Conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C))
- Bicarbonati
- Calcio
- Cloruri
- Magnesio
- Potassio
- Sodio
- Solfati come SO_4
- Ione ammonio come NH_4
- Ferro
- Nitrati come NO_3
- Metalli pesanti principali (Cromo, Cadmio, Rame, Zinco, Manganese, Mercurio)
- Inquinanti microbici, Coli totali, Colifecali, Streptococchi fecali Virus

Di norma, le acque profonde di falda hanno un elevato grado di qualità ma nel momento in cui si verifica un inquinamento, risulta molto arduo un loro risanamento. Nelle acque sotterranee gli effetti dell'inquinamento si manifestano quando le concentrazioni delle sostanze inquinanti, come i nitrati, superano i livelli previsti dai requisiti di qualità, rendendole indisponibili per uso umano; tali effetti permangono per lungo tempo anche dopo che la fonte inquinante è stata rimossa.

Nell'ambito di uno studio di impatto ambientale sono considerati significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente ossia le falde freatiche e quelle profonde (in pressione e non) contenute in formazioni permeabili, i corpi d'acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso, le manifestazioni sorgentizie concentrate e diffuse (anche subacquee). Per quanto riguarda invece gli orizzonti saturi di modesta estensione e continuità all'interno o sulla superficie di una litozona poco permeabile sono considerati di scarsa importanza idrogeologica e irrilevante significato ecologico.

Le unità ambientali maggiormente sensibili da proteggere sono rappresentate dalle falde idriche strategiche (utilizzate per la produzione di acque potabili), le falde

idriche che presentano una elevata qualità anche se non ancora utilizzate, gli ambiti idrogeologici attualmente giudicati critici per l'inquinamento in atto.

3.3.4 Fonti di pressione

La forma di impatto più diffusa sull'ambiente idrico, sia superficiale che sotterraneo, deriva dall'inquinamento delle acque e dal loro sfruttamento, risultato di una serie di interventi antropici riconducibili a fonti di pressione quali: grandi strutture di accumulo e derivazione di acqua (dighe, sbarramenti, serbatoi, ecc.), canalizzazioni, pozzi, drenaggi, bonifiche, porti lacustri o costieri, difese spondali e di costa, sistemi irrigui, cicli di produzione industriali ed energetici. Oltre a questi si aggiungono tutti quegli interventi sul territorio non direttamente rivolti all'ambiente idrico, quali le attività agricole e zootecniche, le infrastrutture lineari, le attività di ricerca e di produzione petrolifera, le opere che prevedono il deposito temporaneo o definitivo di materiali contaminanti (discariche di rifiuti urbani, industriali o di rifiuti tossico-nocivi).

Le fonti di pressione che tipicamente interessano l'ambiente idrico possono essere distinte tra fonti puntuali (ossia facilmente identificabili sul territorio) e fonti diffuse (ossia difficilmente identificabili, poco controllabili sul territorio per la loro estensione o come sommatoria di molti fonti la cui singola entità risulta modesta). Fonti diffuse sono tipicamente le attività agricole e zootecniche e anche alcune attività minerarie a cielo aperto (cave sopra e sotto falda), le acque piovane di scorrimento in aree urbane ed industriali e le ricadute di inquinanti atmosferici direttamente sui corpi idrici.



3.3.5 Pressioni

Le pressioni che si possono esercitare sulla componente idrica superficiale e sotterranea possono essere suddivise in categorie a seconda delle diverse tipologie di fonti che le generano:

- **Civili**, ossia le acque di scarico ricche di sostanze organiche, tensioattivi, oli grassi, acidi, alcali e microorganismi patogeni che possono avere ripercussioni a carattere sanitario, derivanti dall'espletamento delle funzioni metaboliche, dalle attività domestiche e dal dilavamento delle strutture urbane
- **Zootecniche**, ossia liquami, sversamenti accidentali e acque di lavaggio di stalle, pollai e porcilaie contenenti un elevato carico di residui metabolici il cui effetto principale si registra con fenomeni di eutrofizzazione dei corsi d'acqua
- **Agricole**, ossia scarichi conseguenti al dilavamento dei suoli e percolamento nel sottosuolo di residui di antiparassitari e anticrittogamici, con effetti tossici, e di residui di fertilizzanti con effetti eutrofizzanti, determinati dall'impiego sempre più cospicuo di sostanze chimiche e di fertilizzanti in campo agricolo
- **Industriali**: l'industria impiega l'acqua per molteplici funzioni (processo di produzione di un prodotto, lavaggio dei prodotti base o dei recipienti ed apparecchiature, raffreddamento e trasporto merci) e il potere inquinante degli scarichi prodotti varia in relazione alla tipologia produttiva e al differente utilizzo dell'acqua. Gli scarichi industriali possono pertanto essere distinti in:
 - residui biodegradabili derivanti dalla lavorazione di prodotti alimentari (industrie conserviere, zuccherifici, salumifici);
 - residui non biodegradabili oleosi derivanti dalla lavorazione del petrolio (idrocarburi);
 - residui non biodegradabili derivanti da industrie chimiche (composti organici di sintesi, metalli pesanti, ecc.);
 - acque ad elevata temperatura derivanti dal raffreddamento degli impianti di centrali termoelettriche, termonucleari, metallurgiche;
 - acque reflue derivanti dal lavaggio di materiali inerti di cave e frantoi, costituite da particelle di limo e sabbia in sospensione;
 - sversamenti accidentali.
- **Combustione di combustibili fossili**, ossia immissione nell'atmosfera di ossidi di azoto e anidride solforosa, che portano alla formazione delle piogge acide, a seguito del funzionamento di veicoli a motore, impianti di riscaldamento, centrali elettriche, stabilimenti industriali, etc.

Nella seguente tabella (**tab. 3.3**, modificata da Metcalf & Eddy, 1991) sono elencati le principali sorgenti di alterazione della qualità fisica, chimica e biologica delle

acque con i rispettivi parametri che ne causano l'alterazione suddivisi per proprietà fisiche, costituenti chimici ed inquinanti biologici.

Parametri	Sorgenti
<i>Proprietà fisiche</i>	
Colore	Scarichi domestici e industriali, naturale decadimento del materiale organico
Odore	Decomposizione delle acque di scarico, acque industriali
Solidi sospesi	Acque di scarico civili ed industriali, erosione del suolo, infiltrazioni
Temperatura	Acque di scarico dei settori energetico, industriale e civile
<i>Costituenti chimici organici</i>	
Carboidrati	Scarichi industriali e civili
Grassi, Oli	Scarichi industriali e civili
Pesticidi	Agricoltura
Fenoli	Scarichi industriali e civili
Materiale galleggiante	Scarichi industriali e civili
Composti organici e volatili	Scarichi industriali e civili
<i>Costituenti chimici inorganici</i>	
Alcalinità	Scarichi industriali civili
Cloruri	Scarichi industriali civili
Metalli pesanti	Scarichi industriali
Azoto	Scarichi industriali civili ed agricoli
Fosforo	Scarichi industriali civili ed agricoli
Solfuri	Impianti di depurazione, scarichi civili ed industriali
<i>Inquinanti Biologici</i>	
Batteri e Virus	Scarichi urbani

tab. 3.3 - Sorgenti di alterazione e parametri della qualità delle acque

3.3.6 Impatti

Di fronte ai numerosi interventi che possono interferire direttamente o indirettamente con il sistema idrico superficiale e sotterraneo si apre uno scenario di impatti molto vario e complesso, che non può essere affrontato se non considerando in modo approfondito ciascuna opera specifica.

- Volendo comunque delineare un quadro generale è possibile distinguere gli effetti imputabili ad interventi che sfruttano la quantità di acqua disponibile e quelli che ne alterano la qualità.
- Nel primo caso gli impatti più evidenti sono:
- Riduzione delle risorse idriche disponibili causati dai prelievi idrici ad uso idroelettrico, industriale, irriguo e civile.
- Alterazione dei sistemi di distribuzione ed utilizzo delle acque a causa delle possibili interferenze con eventuali opere in progetto.
- Alterazioni nei bilanci delle risorse idriche a livello di area vasta.
- Alterazione dell'assetto idraulico dei corsi d'acqua interferiti e delle aree di pertinenza.
- Alterazione dell'andamento del regime idrologico naturale.
- Riduzione della capacità autodepurativa delle acque con rischio di un aumento dell'eutrofizzazione⁷.
- Alterazione dei processi chimico – fisici che si verificano in ambiente idrico.
- Diminuzione della velocità della corrente con conseguente aumento di sedimentazione.

Mentre nel secondo caso gli effetti che si possono verificare sono:

- Depauperamento delle proprietà chimico - fisiche delle acque per immissione di acque demineralizzate.
- Inquinamento di acque superficiali da scarichi diretti di natura industriale, urbana, agricola, zootecnica.
- Inquinamento di acque superficiali da dilavamento meteorico di superfici inquinate.
- Inquinamento termico delle acque superficiali che, provocato dagli scarichi di impianti di raffreddamento industriale ad acqua, può compromettere l'equilibrio termico e le reazioni biochimiche termoregolate.
- Inquinamento delle acque da percolazione e/o ruscellamento di sostanze pericolose.
- Inquinamento indiretto di delle acque di falda attraverso la movimentazione di suoli contaminati.
- Contaminazioni conseguenti a possibili interferenze tra acque inquinate e non inquinate.
- Intorbidimento delle acque superficiali per attività che interferiscono con il corpo idrico.

⁷ L'aumento di sali nutritivi, generalmente sali di fosforo e azoto (principali fattori limitanti), all'interno di un qualsiasi ecosistema acquatico comporta un aumento della biomassa algale (consumatori primari); ciò, a sua volta, provoca un proporzionale aumento ai livelli successivi della catena alimentare e un incremento della produttività peschiera. Quando la crescita algale non è più controllata dalla riduzione dei nutrienti o da altri fattori, si forma una biomassa sempre più consistente il cui destino è quello di prendere la via della degradazione. Questa via viene denominata catena del detrito in contrapposizione alla catena del pascolo (Marchetti, 1994).

Sia l'intenso sfruttamento della risorsa idrica sia il peggioramento della qualità delle acque contribuiscono ad aumentare la probabilità che si instaurino situazioni critiche per gli ecosistemi acquatici, che si riflettono sulla fauna ittica e macrobentonica sottoposta a continue condizioni di stress ambientale.

Gli inquinanti che alterano la qualità chimico - fisica e biologica delle acque generano effetti che si ripercuotono sulla vita e sull'equilibrio dell'intero ecosistema acquatico. Infatti per effetto del metabolismo anaerobio che si verifica a seguito della riduzione dell'ossigeno presente nell'acqua causata dall'eccessivo inquinamento, le sostanze che normalmente si comportano come "donatori di ossigeno" (nitrati, solfati e fosfati) vengono ridotte dando luogo alla formazione di sostanze nocive e maleodoranti. Questo processo è tossico per microrganismi animali e vegetali delle acque e, in alcuni casi, si estende all'uomo creando problemi di natura igienico - sanitaria. Gli elementi inquinanti (oli, detergenti) possono inoltre compromettere il passaggio delle radiazioni solari nell'ambiente acquatico e, di conseguenza, interferire con i cicli vitali dei microrganismi vegetali e animali.

Gli inquinanti non degradabili, cioè le sostanze e i veleni che, come le lattine di alluminio, i sali di mercurio, le sostanze chimiche con radicali fenolici a lunga catena laterale, il DDT, non vengono degradati o vengono degradati molto lentamente nell'ambiente, non solo si accumulano ma subiscono anche, durante il loro passaggio attraverso i cicli biogeochimici e le catene alimentari, il processo della "**magnificazione biologica**". Inoltre essi si combinano spesso con composti presenti nell'ambiente, formando altre sostanze tossiche.

Gli inquinanti biodegradabili, come i rifiuti domestici, possono essere rapidamente decomposti da processi naturali che aumentano la capacità della natura di decomporre e di riciclare le sostanze. Tali inquinanti diventano pericolosi nel momento in cui la quantità riversata nell'ambiente supera le possibilità di degradazione e di dispersione. Quelli che forniscono energia (sostanze organiche), o nutrienti (fosfati, carbonati, ecc.) possono far aumentare la produttività, fornendo energia sussidiaria se vengono immessi in quantità moderata nell'ecosistema. Se la quantità è notevole, si raggiunge un valore critico, caratterizzato da violente oscillazioni, come nel caso delle **fioriture algali**. Oltre questo limite, si ha una condizione di stress, e il sistema viene "avvelenato"⁸.

⁸ <http://www.acqueinterne.it/inquinamento.htm>; fonte: Marchetti R., "Inquinamento delle acque superficiali".

Considerando che si possono verificare delle interazioni tra le acque sotterranee e quelle superficiali, è noto che l'inquinamento delle falde sotterranee non solo compromette la qualità stessa delle acque, ma può anche ripercuotersi sulla vita acquatica quando, riemergendo sotto forma di fontanili, trasporta con sé tutte le sostanze nocive raccolte lungo il cammino. Queste acque sotterranee contaminate non possiedono capacità "autodepurative", al contrario di quelle superficiali: la bassa temperatura, la mancanza di ossigeno e la bassa concentrazione di microrganismi limita fortemente l'attività di smaltimento delle sostanze inquinanti, il cui effetto è quindi destinato a durare nel tempo.

Queste considerazioni generali hanno il fine di sottolineare come aspetti quantitativi e qualitativi sono evidentemente correlati pur avendo cause scatenanti differenti in quanto la scarsità della risorsa idrica ed il suo inquinamento interagiscono vicendevolmente; la gestione delle acque va affrontata pertanto sotto entrambi questi aspetti, a costituire un unico problema da affrontare e gestire.

3.3.7 Risposte

Sono varie le politiche di gestione da adottare di fronte al vasto scenario di impatti che si possono verificare sui corpi idrici superficiali, diverse a seconda delle condizioni ambientali al contorno e delle caratteristiche degli interventi sul territorio.

Tra le risposte ai problemi connessi allo sfruttamento ed all'inquinamento della risorsa idrica ci sono:

- la riduzione del consumo dell'acqua attraverso un uso sostenibile della risorsa stessa, evitando gli sprechi e pianificando al meglio le attività che la sfruttano;
- il rilascio obbligatorio del Deflusso Minimo Vitale modulato a valle dei prelievi idrici, allo scopo di garantire in alveo una portata sufficiente per garantire la sopravvivenza dell'ecosistema acquatico e delle sue relazioni, modulata a seconda della disponibilità idrica in alveo durante l'anno;
- il controllo delle fonti di pressione e l'adozione di forme di gestione delle stesse (in termini di adozione delle *BAT o migliori tecniche disponibili*) finalizzate alla diminuzione dell'entità degli effetti sulla componente idrica;
- la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua attraverso opportune tecniche di ingegneria naturalistica.

L'attivazione di un sistema di monitoraggio volto a valutare nel tempo l'andamento dei parametri più critici, non solo è utile al fine di guidare le risposte più idonee alla gestione e tutela dell'ambiente idrico, ma permette anche di verificare l'efficacia delle misure mitigative adottate in sede di valutazioni ambientali relative ad un progetto.

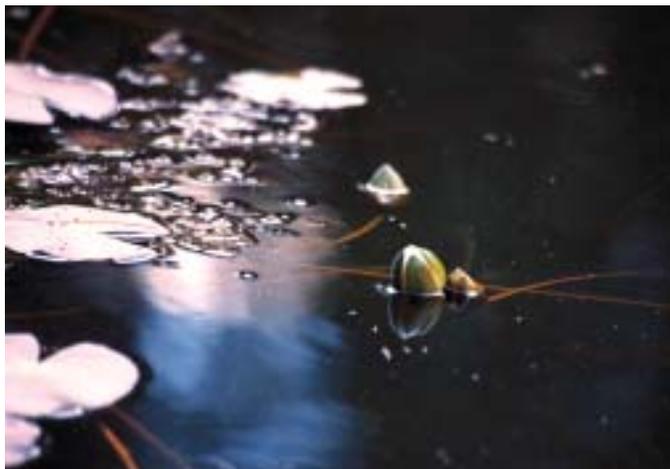
3.3.8 Azioni di sostenibilità ambientale applicabili alla VIA relative all'ambiente idrico superficiale e sotterraneo

Attualmente la qualità delle acque in Italia sembra migliorata rispetto agli anni '70 e '80 per effetto della riduzione del carico industriale e dell'entrata in funzione di sistemi di depurazione, soprattutto industriali, in ogni caso si mantiene ad un livello medio basso. Sebbene negli ultimi 20 anni siano stati costruiti numerosissimi impianti di depurazione, non vi è traccia di un recupero vistoso e significativo della funzionalità e della qualità degli ecosistemi acquatici come in altri paesi europei. In linea generale la risorsa acqua non manca ma a fianco della domanda per gli usi classici (civile, irrigazione, industria, energia, navigazione) oggi c'è una crescente domanda per usi ambientali quali il mantenimento della qualità dell'acqua come salvaguardia e valorizzazione del paesaggio, conservazione di ecosistemi e biodiversità; ricreazione (soggiorno turistico, pesca, canoa).

Per il conseguimento di uno sviluppo sostenibile⁹, relativamente all'ambiente idrico è opportuno mirare *alla conservazione o ripristino di un regime idrico compatibile con la tutela degli ecosistemi, con gli usi ricreativi e con l'assetto del territorio e al miglioramento della qualità della risorsa idrica.*

In quest'ottica va pertanto considerata prioritaria la riduzione dei fabbisogni, intesi come la quantità di risorsa (grezza) necessaria per soddisfare gli usi "dissipativi"; a tal fine occorre mettere in atto interventi finalizzati al risparmio, riuso, riciclo. Tra le azioni prioritarie vi sono:

- La riduzione delle perdite nei sistemi di adduzione – accumulo – distribuzione delle acque, attraverso l'utilizzo delle migliori tecniche a disposizione.
- La riduzione dei consumi finali
- Il riutilizzo di acque reflue
- La riduzione del carico inquinante.



⁹Cfr. parte I, paragrafo 1.1.2

3.4 LITOSFERA - SUOLO E SOTTOSUOLO -

3.4.1 Introduzione

La **Litosfera** corrisponde all'involucro superficiale della terra ed è caratterizzata da uno spessore variabile da alcuni chilometri ad alcune decine di chilometri (con spessore massimo pari a circa 70-100 km). In senso più ampio è definita anche come la porzione solida della terra, in antitesi ad atmosfera ed idrosfera, che ne costituiscono rispettivamente l'involucro gassoso e la porzione liquida. La caratterizzazione della Litosfera si avvale di vari campi di indagine: litologia, mineralogia, petrografia, paleontologia, natura fisico-chimica, sedimentologia, geologia strutturale, geomorfologia. Contestualmente alle procedure valutative in campo ambientale, gli effetti indotti dalla realizzazione delle diverse tipologie progettuali riguardano in particolare la parte più esterna della litosfera, nella quale si individuano due elementi distinti: il *Suolo* e il *Sottosuolo*.



Il **Suolo** è lo strato superficiale della crosta terrestre in cui le radici delle piante penetrano e trovano nutrimento, ossigeno e sostegno, mentre il **Sottosuolo** corrisponde alla porzione di crosta e al complesso di rocce che si trovano al di sotto della superficie del suolo, in cui non sono contenuti apparati radicali ed è scarsa la presenza di ossigeno e sostanze nutritive. La formazione del suolo è determinata dall'azione chimico-fisica sulla roccia madre da parte degli agenti geomorfologici (gelo e disgelo, temperatura, acque piovane e incanalate, ghiacciai), biologici (animali, vegetali, microrganismi) e spesso antropici, che concorrono a correggere determinate caratteristiche dei suoli naturali per migliorarne la fertilità, creando il suolo agrario.

Suolo e Sottosuolo sono elementi ambientali di primaria importanza che vanno considerati come una risorsa difficilmente rinnovabile, se non nel lungo termine. Essi costituiscono la terza componente fondamentale dell'ambiente (assieme alle componenti Atmosfera e Ambiente Idrico), la quale risulta essere inevitabilmente coin-

volta in ogni progetto di intervento sul territorio. Gli studi volti alla valutazione degli impatti ambientali devono dunque considerare approfonditamente gli elementi significativi ai fini di una caratterizzazione completa di tale componente. Considerando la componente riferita ad un'area definita e statica¹, la sua caratterizzazione può essere determinata in modo più spedito e semplice rispetto a quella relativa alle componenti atmosferica ed idrica che, essendo invece componenti di tipo dinamico, non possono prescindere da ambiti e sistemi di analisi più vasti. A tale semplificazione delle metodologie e modellistiche di analisi non corrisponde tuttavia una semplicità di definizione di Suolo e Sottosuolo, perché questi termini coinvolgono un largo numero di problematiche ed aspetti di diversa natura e importanza.

3.4.2 Normativa in materia di VIA

Il termine Suolo viene definito nelle sue varie accezioni dalle norme tecniche contenute nel DPCM 27/12/88, in riferimento alle opere elencate nell'Allegato I del DPCM 377/88, le quali pongono come obiettivo della caratterizzazione del suolo e sottosuolo *"l'individuazione delle modifiche che l'intervento proposto può causare sull'evoluzione dei processi geodinamici esogeni ed endogeni"*.

Il quadro di riferimento progettuale specifica che all'interno dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) devono essere descritte *"le motivazioni tecniche della scelta progettuale ... con particolare riferimento alle necessità progettuali di livello esecutivo"*, unitamente alle *"esigenze gestionali imposte o da ritenersi necessarie a seguito dell'analisi ambientale, e alle eventuali misure che si ritiene opportuno adottare per contenere gli impatti"*.

Il quadro di riferimento ambientale prevede che l'analisi sviluppi in dettaglio i seguenti punti (all.2 art.5 punto C del DPCM 27/12/88):

- a. caratterizzazione geolitologica e geostrutturale del territorio, la definizione della sismicità dell'area e la descrizione di eventuali fenomeni vulcanici;
- b. caratterizzazione idrogeologica dell'area coinvolta direttamente ed indirettamente dall'intervento, con particolare riguardo per l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo, la presenza di falde idriche sotterranee e relative emergenze (sorgenti, pozzi), la vulnerabilità degli acquiferi;

¹ In realtà la geosfera non risulta essere statica ma in costante movimento, come evidenziato dai movimenti tettonici e dai fenomeni sismici e vulcanici ad essi associati. Tali dinamismi tuttavia non ricadono nell'ambito di studio delle valutazioni ambientali, all'interno dei quali la Litosfera può essere assunta come statica.

- c. caratterizzazione geomorfologia e l'individuazione dei processi di modellamento in atto, con particolare riguardo per i fenomeni di erosione e di sedimentazione, e per i movimenti di massa (movimenti lenti nel regolite, frane), nonché per le tendenze evolutive dei versanti, delle piane alluvionali e dei litorali eventualmente interessati;
- d. determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni e delle rocce, con riferimento ai problemi di stabilità dei pendii;
- e. caratterizzazione pedologica dell'area interessata dall'opera proposta, con particolare riferimento alla composizione chimico-fisica del suolo, alla sua componente biotica e alle relative interazioni, nonché alla genesi, all'evoluzione e alla capacità del suolo;
- f. caratterizzazione geochemica delle fasi solide (minerali, sostanze organiche) e fluide (acque, gas) presenti nel suolo e nel sottosuolo, con particolare riferimento agli elementi e composti naturali di interesse nutrizionale e tossicologico.

La determinazione di tali caratteristiche e l'organizzazione delle informazioni ad esse legate vengono di seguito affrontate mediante il metodo DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte), secondo lo schema esposto in **fig. 3.7**.

3.4.3 Stato

Gli aspetti che devono essere analizzati in dettaglio al fine della caratterizzazione dello stato del Sottosuolo afferiscono alla *Geologia*, mentre quelli relativi al Suolo sono indagati dalla *Pedologia*. La prima affronta le problematiche relative alle dinamiche geomorfologiche (movimenti gravitativi, subsidenza ecc.), ai fenomeni di erosione e di evoluzione dei versanti e dei corsi d'acqua. La seconda è definita come lo studio della superficie terrestre, delle dinamiche che ne hanno prodotto la formazione, nonché all'analisi delle interazioni con gli usi del suolo e con le tecniche agronomiche, unitamente alle relative funzioni produttive, protettive e naturalistiche.

Geologia

Lo studio del Sottosuolo comprende le dinamiche indotte da agenti di tipo endogeno ed esogeno che in esso si manifestano, ovvero sia l'insieme dei meccanismi di formazione, strutturazione, modellamento e disgregazione dei terreni e delle rocce. Ai differenti approcci applicati allo studio dell'ambiente geologico corrispondono diversi tematismi, tra cui i seguenti sono i principali:

- litostratigrafia;
- geomorfologia;
- tettonica;
- rischio geologico.

La *caratterizzazione litostratigrafica* consiste nel raggruppamento dei litotipi in base ai caratteri litologici e alla posizione nelle sequenze esaminate, con conseguente definizione delle Unità litostratigrafiche, mediante rilevamento geologico di terreno e consultazione della bibliografia esistente. Per ogni unità individuata dovrà quindi essere effettuata una descrizione degli affioramenti tipo, corrispondenti a porzioni del sottosuolo meglio definite (soprattutto in relazione alla complessità di determinati meccanismi evolutivi) e maggiormente rappresentative.

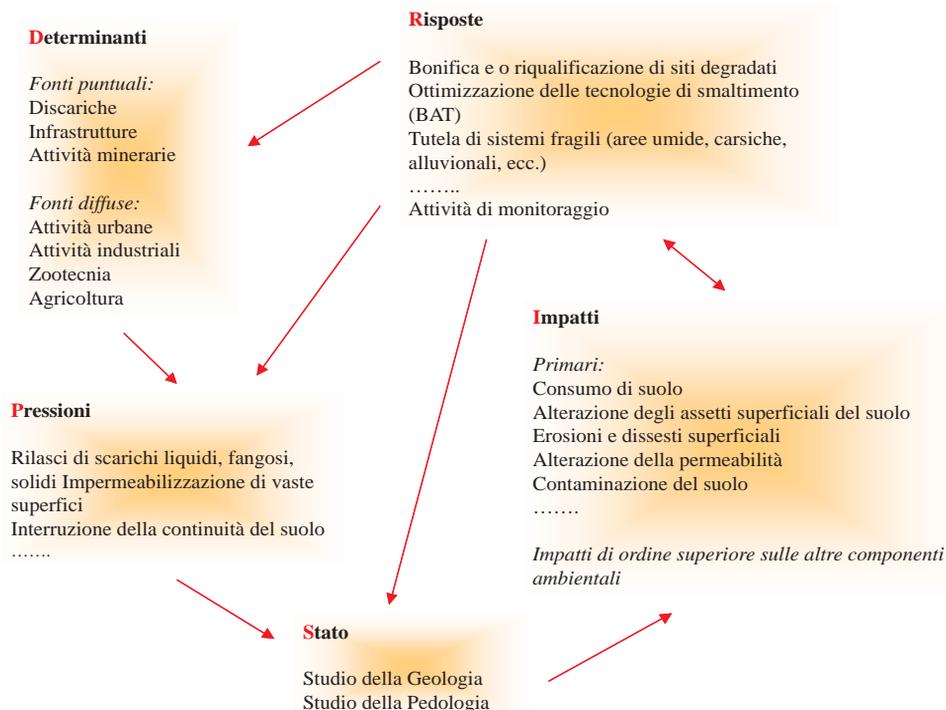


fig. 3.7 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente Suolo e Sottosuolo

La *tettonica* viene definita come lo studio delle deformazioni e degli spostamenti che subiscono le rocce e i terreni e si occupa di caratterizzare nel dettaglio le strutture duttili, in riferimento alle deformazioni plastiche delle rocce in grande scala, e quelle fragili, legate a movimenti che hanno coinvolto l'ambiente geologico in periodi relativamente recenti. Tali strutture possono essere rilevate in sito per mezzo di opportune campagne di rilievo o, per le deformazioni in grande scala, per mezzo di rilevamenti aerofotogrammetrici e satellitari.

La *geomorfologia* è la scienza che ha come oggetto lo studio delle forme presenti sulla superficie terrestre e dei meccanismi che generano le forme stesse, per azioni di tipo endogeno o a causa di azioni esterne.

Il *rischio geologico* è solitamente distinto in rischio idrogeologico, di tipo esogeno, indotto dall'azione delle acque sul suolo e nel sottosuolo, e nei rischi sismico e vulcanico, entrambi riferiti a fenomeni di tipo endogeno e pertanto nelle valutazioni ambientali trattati come elementi dello stato di fatto. Il dissesto idrogeologico è quello comprende i seguenti fenomeni: frane, erosione dei versanti, valanghe, subsidenza indotta, piene e alluvioni, turbamento dei litorali. Nella sua accezione comune il rischio idrogeologico viene associato alla probabilità di perdita di vite umane o di valori economici (proprietà beni, servizi) provocata dall'azione di processi naturali (terremoti, frane, alluvioni ecc.); esso tiene conto della vulnerabilità e del valore degli elementi ambientali potenzialmente interessati da tali processi.

Pedologia

La pedologia viene definita come la scienza che studia i vari tipi di *Suolo*, la loro origine, l'evoluzione, le caratteristiche fisiche e la composizione chimica. I fattori pedogenetici possono essere ordinati in tre gruppi:

- fattori abiotici: roccia madre (granulometria, elementi minerali), clima (principalmente per mezzo dell'azione termica ed idrica), orografia, acqua;
- fattori biotici: organismi viventi (piante, animali e uomo);
- fattore tempo.

Il suolo è un insieme di sostanze minerali organiche che può assumere assetti, strutture e proprietà molto diverse a seconda di numerosi fattori, di conseguenza la disponibilità di nutrienti per le specie vegetali varia ampiamente da suolo a suolo. Le sostanze minerali sono presenti nel suolo in varie forme e combinazioni secondo la resistenza alla degradazione della roccia madre e la loro solubilità. Una importante riserva è fissata nelle sostanze colloidali (argille e humus) e viene progressivamente liberata nelle soluzioni del suolo per mezzo di un continuo scambio ionico. Molti microelementi (tra cui i metalli pesanti), se presenti in forte concentrazione allo stato solubile, possono esercitare un effetto tossico, mentre tracce degli stessi elementi sono indispensabili alla nutrizione dei vegetali, poiché svolgono un'azione prevalentemente catalitica.

La sostanza organica proveniente dall'accumulo al suolo di organismi viventi o parti di essi viene aggredita da più tipi di organismi appartenenti alle piante inferiori (la cosiddetta pedoflora composta da attinomiceti, funghi, alghe, batteri) e animali (la cosiddetta pedofauna composta da insetti, collemboli, acari, miriapodi, chilopodi, protozoi, vermi). Essa può subire una decomposizione più o meno rapida in sostanze organiche semplici, facilmente assimilabili dalle radici delle piante, anch'esse responsabili dei processi di degradazione, attraverso un processo detto di

mineralizzazione, oppure soggiacere ad una lenta e complessa trasformazione (umificazione) in composti a struttura chimica complessa che, insieme all'argilla, costituiscono un fattore essenziale delle proprietà fisico-chimiche e quindi della fertilità del terreno.

La definizione delle proprietà fisiche e chimiche del suolo si avvale dei seguenti fattori caratteristici:

- la **tessitura**, che esprime i rapporti di quantità tra le diverse frazioni minerali (argille, limo, sabbia, scheletro fine e grossolano), determinando importanti proprietà fisiche e chimiche (adsorbimento e disponibilità di acqua e sostanze nutritive, rigonfiamento e contrazione, struttura e lavorabilità).
- la **profondità** (potenza) del suolo attivo, cioè esplorato dalle radici e popolato dagli organismi viventi. Lo sviluppo delle piante è tanto maggiore, anche nelle specie ad apparato superficiale, quanto più ampio è il volume del suolo esplorabile dalle radici;
- la **struttura**, che esprime il modo di aggregazione e la distribuzione nel profilo delle particelle solide. Dalla diversa forma, grandezza e continuità della porosità negli interstizi fra le particelle e gli aggregati viene determinato il comportamento del suolo rispetto all'acqua e all'aria.
- il **complesso assorbente e capacità di scambio**, con cui si definisce la quantità massima di cationi che un suolo può assorbire;
- il **pH**, da cui dipendono l'attività biologica del suolo, la sua struttura e fertilità minerale poiché incide sullo stato del complesso adsorbente;
- il **C/N (rapporto carbonio-azoto)**, indice dell'attività dei microorganismi del suolo e, quindi, del grado e dell'intensità della mineralizzazione della sostanza organica.

Essendo i principali obiettivi dell'analisi ambientale del Suolo e del Sottosuolo l'individuazione delle modifiche e/o alterazioni che l'intervento proposto può causare sulla evoluzione dei processi geodinamici esogeni ed endogeni e la determinazione della compatibilità delle azioni progettuali con l'utilizzazione delle risorse naturali, risulta necessario definire per ogni campo d'indagine geologico e pedologico le seguenti informazioni:

- Substrato roccioso:
 - litologia (grana, colore prevalente, presenza di matrice o cemento, grado di cementazione, presenza di fossili, minerali costituenti, strutture sedimentarie, ecc.);
 - stratificazione (spessore, continuità e discontinuità primarie, tipo di tessitura, grado di fissilità, grado di fratturazione);
 - permeabilità;
 - dati strutturali (giacitura degli strati e dei piani di scistosità, faglie, ecc.).

- Depositi superficiali:
 - granulometria (massi, ghiaia, sabbia, silt, argilla, ecc.);
 - litologia prevalente;
 - permeabilità;
 - spessore.
- Processi geomorfici e forme del terreno:
 - creeping e soliflusso (movimenti lenti);
 - frane (attive, stabilizzate, parzialmente stabilizzate);
 - formazioni di detriti (aree di accumulo);
 - erosione accelerata;
 - forme stabili e non soggette a rapida evoluzione;
 - acclività dei versanti.
- Idrologia e stato degli alvei
 - Profondità delle falde (con le relative escursioni stagionali);
 - Direzione e velocità di scorrimento delle falde;
 - Sezioni rappresentative delle stratigrafie.

Ai fini delle valutazioni in campo ambientale è inoltre di importanza primaria lo studio della geomorfologia dei luoghi considerati, ovverosia la natura dei rilievi risultato dall'evoluzione delle rocce sottostanti, nonché i processi in atto di origine naturale o antropica che ne determinano delle alterazioni. Le attività connesse con un'opera e/o un piano possono infatti mutare le caratteristiche dell'area (geometriche, fisico-chimiche) e possono innescare, anche in zone in cui vi sia un equilibrio tra i processi e il territorio, fenomeni che possono danneggiare non solo l'ambiente, ma anche l'opera stessa.

Per quanto concerne le risorse della litosfera, occorre valutarne la potenzialità e la rinnovabilità e, nel caso delle risorse minerarie, i tenori e la loro distribuzione. La valutazione delle risorse di cava e minerarie potrà essere inoltre effettuata sia in termini economici, sia in base alla rarità, alla rinnovabilità e al carattere strategico delle risorse stesse.

E' fondamentale infine valutare l'intensità dei fattori di dissesto idrogeologico già presenti nell'ambiente considerato, in particolar modo in previsione delle possibili ulteriori modificazioni dell'assetto geologico ed idrogeologico connesse alla realizzazione di nuovi interventi. Altri fattori specifici di vulnerabilità attuale che possono essere esasperati dalla realizzazione dell'opera (o delle opere) in progetto sono la permeabilità delle litologie superficiali e il livello di fessurazione delle rocce, entrambi legate alle problematiche di stabilità dei pendii.

3.4.4 Fonti di pressione

Lo Studio di Impatto Ambientale permette di determinare quali siano le fonti di pressione che agiscono direttamente o indirettamente sulla componente Suolo e Sottosuolo mediante la descrizione dettagliata delle azioni progettuali necessarie alla realizzazione dell'opera in progetto. Le sorgenti critiche di pressione agenti su tale componente possono essere individuate nelle attività antropiche che prevedono la trasformazione di ampie superfici esistenti, con particolare riferimento a:

- bacini idrici di grandi dimensioni e discariche di rifiuti;
- interventi che comportano l'impermeabilizzazione di vaste superfici, come lottizzazioni, impianti industriali e parcheggi di grandi dimensioni, aeroporti;
- interventi che comportano modifiche o interruzioni della continuità dei versanti, in particolare strade e linee ferroviarie, impianti di risalita con piloni a terra ed elettrodotti e metanodotti;
- interventi che prevedono consistenti sbancamenti per l'estrazione di materiale di cava o per la sistemazione del terreno (es. bonifiche agrarie), tra i quali cave a fossa su versante, sistemazioni del suolo per discariche e cantieri per interventi di grandi dimensioni;
- interventi volti a sfruttare la risorsa suolo, in termini di fertilità del terreno nel caso di coltivazioni di tipo intensivo o in termini di risorsa per l'allevamento.

Possono essere individuate due distinte fonti generatrici di pressioni legate al problema della contaminazione di suoli e sottosuoli (alla quale sono spesso legate le



contaminazioni delle falde superficiali e profonde): sorgenti di tipo puntuale, quali i siti contaminati, e di tipo diffuso, connesse alle attività urbane, industriali ed agrarie.

3.4.5 Pressioni

Ai fini di un'analisi ambientale della componente Litosfera devono essere individuati i parametri specifici di pressione inerenti la componente, individuabili perlopiù nel livello di edificazione e di infrastrutture esistente e nelle eventuali interruzioni della continuità del suolo, in special modo lungo i versanti. Spesso è determinante l'eventuale modifica d'uso del suolo, nel caso in cui tale modifica diventi essa stessa un parametro di pressione, come nel caso dell'ubicazione di una discarica o di un'infrastruttura. Tuttavia non sono solo le infrastrutture, i manufatti e i siti destinati a discarica le opere che possono generare impatti negativi sulla componente Suolo e Sottosuolo, ma anche alcuni interventi di sfruttamento delle risorse di tale componente, nell'ambito delle attività minerarie, agricole e zootecniche, le quali spesso comportano anche rilasci di scarichi liquidi, fangosi o solidi, spesso di tipo chimico-organico (fertilizzazioni, concimazioni, bonifiche agrarie, ecc.).

La contaminazione dei suoli da fonti diffuse è causata dall'immissione nell'ambiente di quantità elevate di prodotti chimici organici ed inorganici che portano ad una alterazione profonda degli equilibri chimici e biologici del suolo. L'inquinamento del suolo da fonti puntuali, e quindi la presenza di siti contaminati, rappresenta una compromissione della qualità del suolo tale da impedire, spesso in modo assoluto, le funzioni che il suolo stesso dovrebbe svolgere.

3.4.6 Impatti

Gli impatti più importanti che insistono sulla componente Suolo e Sottosuolo sono legati al parziale o totale danneggiamento di singolarità geologiche (**geotopi**), o alla modifica degli equilibri di stabilità della componente stessa nel suo insieme (**rischio idrogeologico**). I processi più determinanti ai fini dell'identificazione e della valutazione degli impatti sono quelli di tipo esogeno che interessano i versanti (frane, erosione e valanghe), cioè quelli che riguardano direttamente la componente Litosfera.

La valutazione della pericolosità dei processi naturali presuppone l'identificazione delle cause determinanti e di quelle innescanti, della scala spaziale (a livello locale o di area vasta) e temporale, della velocità e dell'intensità.

Analisi e valutazioni riguarderanno anche la presenza di valori naturalistici, didattici e scientifici di pertinenza geologica quali giacimenti di fossili, beni geomorfologici e "geotopi" (per esempio piramidi di terra, massi erranti ecc.).

Tra i principali impatti che si possono verificare sulla componente Suolo e Sottosuolo possono essere individuati i seguenti:

- consumi di suolo

L'impatto consiste nella sottrazione permanente o temporanea di suolo, connessa all'occupazione di terreno di date caratteristiche di fertilità da parte di nuove strutture e/o macchinari di cantiere.

- alterazioni degli assetti superficiali del suolo

Le alterazioni della struttura o della morfologia del suolo possono essere conseguenti a livellamenti o ad altre sistemazioni agricole, alle modifiche nella gestione delle coltivazioni, ad operazioni di compattazione degli strati superficiali o profondi del suolo, nonché a semplici operazioni di movimento terra.

- erosione e dissesti superficiali

L'insieme dei processi di trasformazione delle rocce che danno luogo al fenomeno dell'erosione² accelerata del suolo comprende anche alcune pratiche agricole moderne. L'aratura in profondità, resa possibile dai mezzi moderni, aumenta notevolmente l'asportazione di particelle del suolo da parte delle acque dilavanti, rendendo il suolo sempre più sottile e meno fertile.

La velocità di erosione dei versanti influisce in maniera determinante sulle frane e le alluvioni poiché questi eventi sono legati alla dinamica dei bacini idrografici ed alla stabilità dei versanti.

- alterazione della permeabilità

La permeabilità di un suolo è dipendente dal volume di spazi interstiziali comunicanti tra loro (porosità effettiva) ed è espressa dalla quantità di fluido che attraversa il suolo. Un suolo poroso può, quindi, risultare poco permeabile, mentre non è detto

² Col termine erosione si indica l'azione disgregatrice asportatrice esercitata sulla parte emersa della superficie terrestre da vari fattori:

- alterazione chimica: la roccia viene a contatto con sostanze diverse da quelle presenti all'atto della sua formazione. Ad esempio, quando si trova esposta all'atmosfera, i costituenti dell'atmosfera reagiscono con i minerali delle rocce e ne determinano un'alterazione chimica;
- degradazione fisica (fessurazioni e frantumazioni causate dal calore solare, dal ghiaccio, dai venti ecc.);
- azione degli organismi viventi, che con le loro secrezioni, la loro decomposizione, ecc., contribuiscono ad alterare e a degradare le rocce.

Gli agenti erosivi provocano una continua trasformazione della roccia compatta in detriti e una lenta diminuzione del volume totale delle rocce ancora integre. I detriti prodotti con l'erosione rimangono in parte sul posto e in parte sono trasportati dalla forza di gravità e dai movimenti dei fluidi superficiali. Le acque di ruscellamento sono un esempio di agente di trasporto.

che un suolo poco poroso sia impermeabile. L'alterazione della permeabilità è spesso causata indirettamente dall'alterazione degli assetti superficiali del suolo, in particolare dalla compattazione del suolo o all'impermeabilizzazione dei terreni (anche per semplice cementificazione superficiale).

- riduzione della stabilità complessiva del sottosuolo

Tale impatto è strettamente connesso all'alterazione degli assetti profondi del suolo, causata prevalentemente dalle attività minerarie e dal loro riutilizzo e dalle attività di ricerca di risorse geotermiche. Coinvolgono la stabilità del sottosuolo anche le realizzazioni di opere in sotterraneo: gallerie, condotte di derivazione delle acque, pozzi, discariche di rifiuti in sotterraneo, parcheggi, depositi di sostanze e merci varie, abitazioni, centri sportivi, ricreativi e sociali, opere sotterranee per il risanamento e la stabilizzazione del territorio, nonché l'utilizzo di cavità naturali e caverne per lo stoccaggio degli idrocarburi, per usi idroelettrici, per altri usi.

- variazione della capacità d'uso del suolo³

Tale impatto è generato dalla variazione degli assetti superficiali del suolo, ma è strettamente connesso alla morfologia e al clima che caratterizzano l'area interessata dall'intervento. Più è alta l'erosività più aumenta il rischio di perdita di suolo, pertanto l'ambiente va conservato nel suo stato naturale quanto più esso è a rischio. Nelle zone con bassa erosività ad esempio, si può praticare un'ampia scelta di colture, mentre nelle zone montuose, più a rischio, i fattori limitanti di morfologia e clima rendono l'impatto più probabile e rilevante.

La valutazione ambientale e la capacità previsionale degli impatti potenziali si avvalgono dell'utilizzo di strumenti che possono gestire e georeferenziare le informazioni utili all'analisi delle componenti ambientali. Viene di seguito fornito un elenco di fattori georeferenziabili e di unità sensibili in riferimento alla componente Suolo e Sottosuolo.

Elementi georeferenziabili

- Serie geologiche
- Sezioni geologiche notevoli
- Orientamento degli strati geologici
- Unità litologiche

³ Per capacità d'uso del suolo si intende la sua potenzialità di utilizzazione in determinati modi o con determinate pratiche di gestione (solitamente per utilizzazioni agricole o silvo-pastorali) in rapporto al rischio derivante dall'impiego delle relative pratiche colturali e in funzione della presenza o meno di una o più limitazioni. Le limitazioni nella capacità d'uso si riferiscono a quelle caratteristiche del suolo e dell'ambiente che diminuiscono il potenziale per un certo tipo di utilizzazione.

- Unità idro-geomorfologiche costitutive
 - Rocce nude
 - Detrito di falda
 - Alluvioni recenti ed attuali
 - Depositi alluvionali antichi
 - Rilievi
 - Scarpate morfologiche
 - Conoidi alluvionali
 - Talweg ecc.
- Punti di scarico
- Stazioni rappresentative per il rilevamento di parametri chimico-fisico-microbiologici
- Sezioni rappresentative delle stratigrafie
- Punti di prelievo
- Linee isofreatiche
- Direzioni di scorrimento delle falde
- Emergenze geomorfologiche per qualità o criticità
- Elementi idrografici
 - Ghiacciai e nevai
 - Sorgenti
 - Corsi d'acqua (Rii e ruscelli, Torrenti, Fiumi, Canali artificiali)
 - Delta ed Estuari fluviali
 - Laghi
 - Lagune costiere
 - Acque marine

Unità ambientali sensibili

- Faglie
- Zone di rischio vulcanico o rischio sismico significativo
- Zone in subsidenza
- Formazioni a permeabilità alta e a permeabilità media
- Vulcani spenti
- Forre
- Piramidi di terra, Massi erratici, Calanchi
- Corpi di frana attiva, Frane quiescenti
- Zone in erosione
- Zone a rischio di valanga
- Cave attive e Cave dismesse non recuperate
- Discariche attive e Discariche non autorizzate, Ritombamenti passati sede potenziale di materiali pericolosi
- Sorgenti perenni, Sorgenti termali, Fonti idrominerali

- Fontanili
- Cascate e Tratti fluviali a pools and ripples
- Tratti fluviali a meandri e lanche
- Adiacenze d'alveo soggette a rischio di esondazione
- Corsi d'acqua a significativo inquinamento attuale
- Laghi eutrofizzati o a rischio di eutrofizzazione e tratti costieri eutrofizzati o a rischio di eutrofizzazione
- Zone di ricarica delle falde
- Località fossilifere
- Zone ad elevata propensione e a media propensione al dissesto
- Zone a vincolo idrogeologico
- Aree a dissesto generalizzato
- Aree morfologicamente depresse o a lento drenaggio
- Zone con falda molto alta o affiorante
- Aree di interesse turistico
- Falde superficiali usate a fini irrigui e pozzi per l'approvvigionamento idrico
- Falde profonde pregiate

3.4.7 Risposte

Secondo quanto previsto dallo Studio di Impatto Ambientale, l'identificazione e la stima degli impatti potenziali generati dalla realizzazione di un'opera o di un intervento devono essere seguite dall'individuazione delle misure di mitigazione volte a ridurre gli effetti dell'intervento ai fini di renderlo più compatibile con le esigenze di tutela dell'ambiente e della salute pubblica. È necessario inoltre definire un'attività di monitoraggio che verifichi e controlli l'evoluzione di prestabiliti parametri critici significativi della qualità della componente ambientale in analisi.

La mitigazione degli impatti è attuabile per mezzo di soluzioni *realizzative* e *localizzative*. È sempre meglio evitare, per quanto possibile, la localizzazione dell'opera in progetto in siti che presentano una elevata sensibilità intrinseca o una situazione attuale di significativa criticità. È sempre opportuno tutelare i sistemi fragili (quali aree carsiche, alluvionali, umide, ecc.) e operare una costante manutenzione del territorio (con particolare riferimento ai terrazzamenti).

Le soluzioni realizzative possono prevedere:

- di scegliere le migliori tecnologie esistenti al fine di ridurre gli effetti della realizzazione dell'intervento in progetto (con particolare riferimento alle tecnologie di smaltimento e trattamento rifiuti);
- di utilizzare tecniche e materiali antisismici in zone ad elevato rischio sismico, come previsto dalle normative di settore; particolare attenzione deve essere rivolta verso quegli interventi strutturali il cui cedimento strutturale, provocato da un si-

sma, potrebbe comportare la diffusione di quantità pericolose nell'ambiente circostante;

- di prevedere il consolidamento dei versanti interessati dall'intervento in progetto mediante tecniche appropriate;
- di prevedere opere di salvaguardia idraulica delle sponde dei corsi d'acqua interferite mediante tecniche appropriate;
- di bonificare e/o riqualificare i siti degradati.

L'utilizzazione di tali tecniche e soluzioni deve essere fatta, nel rispetto dei livelli di sicurezza, minimizzando il consumo di cemento armato e di materiali di cava e quando possibile sfruttando le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

L'attivazione di un sistema di monitoraggio volto a valutare nel tempo l'andamento dei parametri più critici in relazione alle attività di progetto consente di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate, di prevederne di nuove e di segnalare precocemente situazioni di criticità per l'ambiente e la salute pubblica.

Qualora l'intervento in progetto comporti rischi di dissesto ideologico o aggravamento dei processi esistenti, si deve provvedere ad uno specifico programma di monitoraggio, che comporti il controllo dei movimenti superficiali e profondi del terreno mediante misure piezometriche e inclinometriche, nonché indagini e controlli geotecnici.

3.4.8 Azioni di sostenibilità ambientale applicabili alla VIA relative alla componente Suolo e Sottosuolo

L'impatto dei fenomeni naturali sul territorio è in crescita tendenziale sia a causa degli interventi dell'uomo sull'assetto fisico, sia della sempre maggiore complessità degli usi del suolo e dei componenti strutturali e infrastrutturali che insistono sul territorio. La variabilità climatica naturale sovrapposta ai cambiamenti climatici indotti dalle attività antropiche ha inoltre determinato una maggiore frequenza degli eventi disastrosi naturali.

A questi aspetti si aggiungono i problemi legati all'espansione demografica, che interessa in particolar modo le aree suburbane di un ristretto numero di città, all'incremento della percentuale di popolazione più vulnerabile, alle nuove tipologie di incidenti industriali.

La difesa del suolo è un'attività integrata che non può prescindere da un approccio complessivo che riguarda sia gli aspetti fisici e morfologici del territorio sia quelli sociali, economici e istituzionali degli insediamenti umani. Si rende dunque necessario il raggiungimento di alcuni obiettivi generali di fondo:

- sviluppare efficaci politiche di prevenzione e mitigazione sostenibile;

- incoraggiare la resilienza⁴ del territorio e la responsabilizzazione locale nei confronti dei disastri.

Tali obiettivi possono essere conseguiti mediante l'adozione di una serie di azioni sistematiche agenti sul territorio e/o a protezione del suolo secondo i principi dello sviluppo sostenibile⁵:

Azioni sul Territorio

- Rendere sicure le aree a più alto rischio per mezzo di:
 - azioni non strutturali, quali la delocalizzazione di attività ed infrastrutture, l'adeguamento dei piani regolatori
 - azioni strutturali ed interventi in grado di incidere sulle cause e mitigare gli effetti di eventi di origine geoidrometeorologica estrema, nonché di ridurre la vulnerabilità dei beni esposti
- Recuperare la funzionalità dei sistemi naturali e agricoli;
- Incrementare la sicurezza degli impianti ad alto rischio ubicati in aree ad elevata pericolosità ed incrementare la sicurezza degli edifici strategici e delle reti di infrastrutture in aree a rischio;
- Riduzione dell'impatto delle attività produttive e commerciali attraverso:
 - l'adozione di sistemi di produzione agricola più compatibili con l'ambiente, pianificazione delle colture e razionalizzazione delle attività irrigue ed adozione di codici di buone pratiche agricole, zootecniche e agro-forestali;
 - l'incremento dell'impiego della frazione organica dei rifiuti solidi urbani, derivata dalla raccolta differenziata e di origine agricola, per la produzione di *compost* di qualità;
- Recupero delle aree degradate per mezzo di interventi di rinaturalizzazione, bonifica e trasformazione ambientale di aree soggette a fenomeni di degrado in ambito urbano e industriale, compresi siti contaminati, discariche e aree minerarie dismesse.

Protezione del suolo

La protezione del suolo interessa in particolare le aree agricole a produzione intensiva e marginali, le aree a rischio di erosione accelerata, le zone degradate da conta-

⁴ Con il termine resilienza di un territorio si intende la sua capacità di reagire alle perturbazioni che agiscono dall'esterno e di ripristinare autonomamente le condizioni originarie delle sue componenti o dei suoi sistemi.

⁵ Cfr. parte I, paragrafo 1.1.2

minazione, inquinamento, incendi, le aree incolte e abbandonate. Le azioni relative a queste aree riguardano:

- lo sviluppo della produzione vivaistica per la diffusione delle specie autoctone;
- una gestione del territorio che tenga conto delle caratteristiche e della vocazione dei suoli per attività agricole ed extragricole;
- la prevenzione e la lotta agli incendi con campagne d'informazione per evidenziare il collegamento tra desertificazione e incendi;
- la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, la bonifica e sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani.



3.5 VEGETAZIONE E FLORA

3.5.1 Introduzione

La copertura vegetale di un territorio è un elemento determinante degli ecosistemi terrestri e fornisce supporto trofico ed ambientale a tutte le altre componenti delle biocenosi. La vegetazione inoltre stabilizza i versanti, ritarda l'erosione, influisce sulla quantità e



qualità dell'acqua, mantiene microclimi locali, attenua il rumore, influisce sulla qualità dell'aria producendo ossigeno e assorbendo anidride carbonica.

Le comunità vegetali hanno infine una valenza paesaggistica ed in molti casi una importanza economica diretta o indiretta notevole.

Con il termine **vegetazione** si intende il complesso delle piante che vivono in un determinato ambito. Esse tendono ad aggregarsi in diversi gradi e modi con formazione di 'tipi vegetali' che esprimono un preciso assetto funzionale legato alle interazioni con le caratteristiche ambientali, alla competizione biologica tra le specie e all'opera modificatrice dell'uomo. Di conseguenza le comunità vegetali con la loro variabilità nello spazio, esprimono in modo sintetico le variazioni ambientali, comprese quelle legate alla attività antropica.

Il termine **flora** indica il coreggio di specie vegetali caratteristiche di un territorio il cui inquadramento sistematico fornisce importanti informazioni evidenziando la ricchezza specifica, la specializzazione dell'insieme delle specie presenti, le entità di interesse conservazionistico (rarietà, endemismi, specie disgiunte dal proprio areale tipico, flora protetta) e gli elementi di disturbo (specie alloctone e invasive).

La composizione in specie è il carattere che definisce ogni tipo vegetazionale ed esprime un preciso assetto funzionale legato all'interazione delle specie fra loro con l'ambiente. La vegetazione ed i diversi tipi vegetazionali sono descrivibili, oltre che dall'elenco delle specie che la compongono, dai rapporti numerici tra le stesse e dalla struttura, ovvero la disposizione spaziale degli elementi vegetazionali sul piano orizzontale (grado di copertura) e verticale (numero di strati).

Determinante infine è l'analisi dei rapporti dinamici in senso evolutivo (successioni) o involutivo (degradazioni) tra i diversi tipi vegetali che hanno come termine di riferimento il climax, ovvero il tipo di vegetazione che si può instaurare nel lungo periodo come vegetazione durevole, in equilibrio con l'ambiente. Nei nostri ambienti molto antropizzati dove è impossibile trovare aree a vegetazione non disturbata è necessario fare ricorso al concetto di vegetazione potenziale che indica la vegetazione che esisterebbe se venisse sospesa qualsiasi attività umana perdurando le attuali condizioni ambientali.

I principali fattori naturali che condizionano la presenza e la distribuzione delle specie vegetali sono di tipo climatico, pedologico e geomorfologico. E' possibile riconoscere una sostanziale analogia nella distribuzione dei diversi tipi di vegetazione a grande scala a seconda delle fasce climatiche, dell'altitudine e dei tipi litologici mentre a microscala anche l'acclività e l'espressione diventano fattori di variabilità.

Il contenuto informativo che si può ottenere dalla indagine della vegetazione è molto elevato, comprendendo notizie sui gradienti ecologici, sui disturbi antropici e sulle dinamiche di ricostituzione o degradazione degli ecosistemi; occorre comunque sottolineare che le diverse tecniche di rilievo, interpretazione e rappresentazione dei dati condizionano la quantità e la qualità delle informazioni disponibili e che esistono differenze informative anche notevoli in documenti ed analisi apparentemente simili.

3.5.2 Normativa in materia di VIA

Il DPCM 27 dicembre 1988 (Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 10 agosto 1988, n. 377 G.U. 5 gennaio 1989, n. 4) definisce all'allegato I

- d. vegetazione, flora, fauna: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali

Viene inteso quindi che oggetto dell'analisi sono le comunità vegetali intese in senso complessivo ed in relazione con il contesto, come pure le singole specie o, al limite, singoli esemplari significativi.

Relativamente alla caratterizzazione della componente, all'allegato II (art. 5 punto D) si specifica che:

La caratterizzazione dei livelli di qualità della vegetazione, della flora presenti nel sistema ambientale interessato dall'opera è compiuta trami-

te lo studio della situazione presente e della prevedibile incidenza su di esse delle azioni progettuali, tenendo presenti i vincoli derivanti dalla normativa e il rispetto degli equilibri naturali. Le analisi sono effettuate attraverso: ... carta della vegetazione presente, espressa come essenze dominanti sulla base di analisi aerofotografiche e di rilevazioni fisionomiche dirette; flora significativa potenziale (specie e popolamenti rari e protetti, sulla base delle formazioni esistenti e del clima); carta delle unità forestali e di uso pastorale; liste delle specie botaniche presenti nel sito direttamente interessato dall'opera; quando il caso lo richieda, rilevamenti fitosociologici nell'area di intervento

Le informazioni richieste dal DPCM 27/12/88 ai fini della caratterizzazione della componente in oggetto sono organizzate secondo il modello DPSIR (Determinanti - Pressioni - Stato - Impatti - Risposte), come illustrato in **fig 3.8**.

3.5.3 Stato

L'analisi ambientale proposta deve tenere conto della situazione differenziale tra lo stato *ante operam* e quello finale con attenzione gli equilibri complessivi e non solo all'incidenza diretta, descrivendo, come prescritto nell'allegato I, sia le comunità (tipi vegetazionali) sia le emergenze significative (singole specie minacciate ad es.).

Dal punto di vista operativo la vegetazione di un luogo o regione è in genere descritta e rappresentata da documenti di tipo cartografico che danno conto della copertura vegetale di un territorio secondo legende e schemi di lettura differenti a seconda degli usi del documento e delle tecniche di rilievo.

Il documento di base è la carta fisionomico-strutturale che descrive la vegetazione in funzione delle forme dominanti (boschi, arbusteti, praterie, zone umide ecc.), facilmente riconoscibili anche all'analisi aerofotogrammetrica e definite come unità omogenee sulla base del rilievo a terra delle specie e delle strutture dominanti.

Per un maggior dettaglio esistono carte fitosociologiche, queste individuano con metodi statistici unità o tipi di vegetazione indagati ed identificati in un numero congruo di stazioni di campionamento con un metodo, basato essenzialmente sulla composizione floristica come espressione sintetica dei caratteri ecologici e biologici della vegetazione. Qualora esistano utilizzi produttivi della vegetazione naturale sono utili carte che individuino le diverse unità pastorali e selvicolturali.

Altre informazioni descrittive della componente vegetale degli ecosistemi sono gli elenchi di specie presenti in un determinato territorio e le tabelle di rilievo botanico che consentono di mettere in evidenza le specie di interesse conservazionistico ed il grado di specializzazione della flora rispetto alle condizioni ambientali.

Per quanto riguarda la definizione dello stato della vegetazione sono considerati maggiormente sensibili quegli habitat che presentano i minori livelli di intervento an-

tropico e si mantengono più prossimi alle condizioni naturali, dove le specie sono più legate alle condizioni di origine e spesso, al minimo variare di alcuni parametri stagionali, non sono più in grado di riprodursi e quindi di perpetuare il loro livello attuale di presenza.

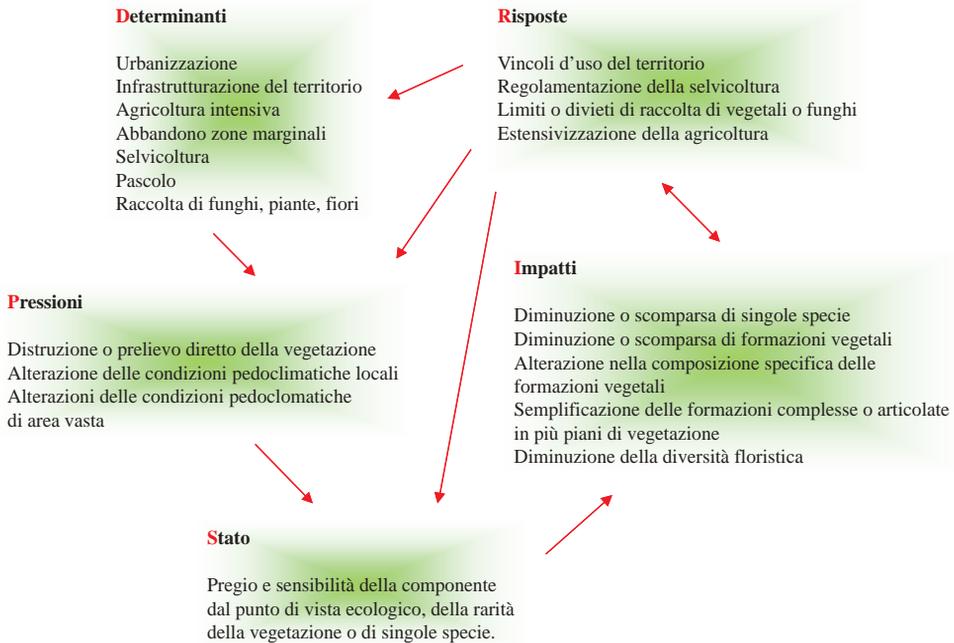


fig. 3.8 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente vegetazione e flora

Sono viceversa meno sensibili quegli ambienti che hanno maggiormente subito manomissioni e pressioni antropiche che si traducono in una sostituzione delle comunità naturali con altre composte da specie capaci di sfruttare l'abbassamento del livello vegetativo delle specie tipiche locali e più rapide a sfruttare i vantaggi nella concorrenza con le altre specie (specie opportuniste).

Assume pertanto particolare importanza la valutazione dello stato di prossimità ad una condizione indisturbata o della distanza dalla vegetazione potenziale sulla base di opportune scale di naturalità. Anche la complessità strutturale della vegetazione è un buon indicatore della posizione della vegetazione sulla scala di progressione ecologica.

Il pregio intrinseco della vegetazione può essere definito anche sulla base della rarità, valutando la presenza di specie inserite in liste rosse di livello nazionale o locale e specie o tipi di vegetazione più o meno limitati nell'ambito regionale considerato.

E' necessario prendere in considerazione anche la stabilità ecologica, come analisi delle condizioni generali vegetative del popolamento e della capacità delle unità vegetazionali di sopportare anche piccole modificazioni. Il grado di perturbazione della composizione floristica dovuto alla presenza di specie alloctone e/o sinsantropiche è in questo senso uno degli indicatori più utilizzati.

In generale l'estensione del popolamento concorre a definire il livello di qualità della vegetazione e occorre non dimenticare che la conservazione delle specie vegetali e animali di maggior interesse conservazionistico è subordinata alla tutela dell'ambiente circostante anche se di valore inferiore, svolgendo un ruolo di filtro e di attenuazione di eventuali impatti.

3.5.4 Fonti di pressione

Le alterazioni della vegetazione indotte dalla attività antropica hanno subito nel tempo, e soprattutto negli ultimi cinquanta anni, delle notevoli variazioni in funzione dei cambiamenti socioeconomici.

Le fonti di pressione dovute all'uso primario della vegetazione per l'alimentazione diretta, per l'alimentazione del bestiame e per la produzione di energia, sono venute progressivamente a diminuire.

Viceversa sono aumentate le fonti che tendono a sostituire o a eliminare la copertura vegetale per fare spazio ad una diversa organizzazione del territorio sia dal punto di vista degli ordinamenti colturali in agricoltura, sia per la urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio. Tra queste ultime tutte le attività che comportano impermeabilizzazioni del suolo (costruzioni e viabilità), ingenti occupazioni di spazio e modificazioni morfologiche (strade, ferrovie, dighe, discariche, cave, aeroporti, ecc.), diminuzione dell'apporto idrico (derivazioni, bonifiche, drenaggi), contaminazione dell'atmosfera (strade, particolari emissioni industriali, centrali termoelettriche) minacciano direttamente o indirettamente la vegetazione.

Una fonte particolare è dovuta alla intensa fruizione degli ambienti costieri durante il periodo estivo che genera una forte pressione soprattutto sulla vegetazione delle spiagge e delle dune. La costipazione delle cotiche erbose, particolarmente quelle di tipo igrofilo, è un elemento di sensibile degrado anche in quegli ambienti naturali, specie nelle zone montane, che attraggono un elevato numero di visitatori.

Dal punto di vista degli ordinamenti colturali in agricoltura, e con riferimento alla particolare situazione italiana, possiamo elencare quali fonti di pressione la estensio-

ne di colture intensive che comporta la semplificazione del paesaggio tramite eliminazione di siepi e filari, l'intensificazione delle lavorazioni meccaniche del terreno e l'apporto di fertilizzanti al terreno che favoriscono le specie vegetali più opportuniste. Nei settori più marginali e montani determinate pratiche di pascolo e di gestione selvicolturale possono rappresentare altrettante fonti di pressioni potenzialmente ed effettivamente impattanti sull'assetto della vegetazione.

3.5.5 Pressioni

Le pressioni prodotte dalle fonti sopra individuate sono, come detto anche a proposito di altre componenti ambientali, di tipo diretto o indiretto. Le pressioni dirette comportano la distruzione fisica di tutta o parte della copertura vegetale e sono esercitate ad esempio dalla urbanizzazione con la cementificazione del suolo ma anche dalla selvicoltura dal pascolo. Le pressioni indirette provocano una alterazione delle condizioni pedoclimatiche e dunque trofiche della vegetazione come nel caso di compattamenti del suolo per il passaggio dei mezzi pesanti, cambiamenti nei regimi idraulici dei corsi d'acqua, delle falde e di paludi ed acquitrini, l'asportazione, la degradazione o l'eccessivo arricchimento in nitrati del suolo. Anche la contaminazione dell'atmosfera e delle acque può provocare l'incremento di alcune sostanze fitotossiche ed il deperimento della vegetazione. Tra gli effetti indiretti occorre anche menzionare i danni alla vegetazione per deposizione di polvere sulla pagina fogliare che occlude gli stomi respiratori.

Le infrastrutture lineari, qualora aprano varchi in formazioni naturali compatte, comportano un aumentato rischio di introduzione di specie invadenti ed in generale una maggiore veicolazione di malattie a carico delle piante ed infestazioni di specie animali e vegetali dannose. Soprattutto in ambiente mediterraneo, viene incrementato il rischio di incendi e l'innescò di fenomeni erosivi che inducono una regressione del dinamismo vegetazionale.

A testimonianza della complessità dei rapporti tra le specie ed i popolamenti vegetali avviene sovente che una pressione diretta, ad esempio la asportazione del pia-



no arboreo in un bosco a seguito di una utilizzazione forestale, incida in modo indiretto sulle condizioni pedoclimatiche della componente arbustiva ed erbacea alterando le condizioni di luce, calore ed umidità o causando dilavamento di nutrienti del suolo ed asportazione di orizzonti dello stesso.

Simili fenomeni possono avvenire anche a livelli di scala molto maggiore, ad esempio con l'alterazione delle condizioni climatiche di area vasta a seguito della espansione delle colture a scapito della foresta.

3.5.6 Impatti

La sostanziale monotonia delle pressioni genera tipi di impatto molto differenziati in relazione alla effettiva resilienza della vegetazione, ovvero alla sua capacità di riequilibrare, in tempi più o meno lunghi, una situazione alterata e alla esistenza di una più o meno marcata isteresi nei cicli di evoluzione/degrado della vegetazione, ovvero nella diversità nelle successioni evolutive e regressive a livello sia specifico che strutturale.

Tra i potenziali impatti che si possono generare sulla componente vegetazione e sulla flora, si possono distinguere:

- consumi di formazioni vegetali (patrimonio forestale, arbusteti e formazioni erbacee);
- eliminazione di vegetazione naturale residua;
- distruzione o alterazione di stazioni di interesse botanico;
- danni o disturbi a singole specie o formazioni vegetali;
- alterazione nei rapporti specifici all'interno delle formazioni vegetali;
- diminuzione della diversità botanica;
- creazione di presupposti per l'introduzione di specie infestanti;
- alterazioni nelle condizioni pedoclimatiche con conseguente difficoltà o impossibilità di riproduzione di singole specie o di formazioni vegetali o alterazioni delle condizioni ecologiche locali o di area vasta;
- deriva genetica.

L'impatto più rilevante per la sua frequenza ed i potenziali rischi in esso insiti è la sottrazione fisica di vegetazione che si verifica quando un qualsiasi tipo di opera interferisce con formazioni naturali o seminaturali.

In questo caso l'ingombro della nuova opera determina in genere la scomparsa *tout court* della vegetazione sedime dell'impianto, ma non va dimenticata l'occupazione, anche se solo temporanea, che si verifica in fase di costruzione. In generale qualunque attività antropica comporta nella fase realizzativa non trascurabili impatti dovuti alla necessità di modificare il suolo con movimenti terra, per la realizzazione di infrastrutture temporanee di cantiere (piazze, strade di servizio, piste) e di infra-

strutture accessorie (viabilità di accesso, opere di sistemazione idrogeologica, impianti tecnologici).

L'impatto della sottrazione fisica di vegetazione viene incrementato dalla definitiva perdita delle condizioni originarie del suolo per modifiche strutturali del substrato dovute alla compattazione, impermeabilizzazione ed alterazione dei componenti principali. In generale tale impatto va valutato anche nei confronti della quota residua del tipo vegetazionale interferito per verificare gli effetti di progressiva riduzione dell'habitat vitale e di frammentazione delle formazioni vegetali che determina una perdita di funzionalità ecologica (in senso ampio) delle stesse anche ove siano apparentemente risparmiate nelle aree urbanizzate e infrastrutturate.

L'estensione dell'area interferita ed il pregio intrinseco della formazione sono i principali elementi utilizzabili per la quantificazione dell'impatto. Nel caso di soprasuoli forestali può essere utile anche la quantificazione della biomassa prelevata.

Gli impatti indiretti dovuti alla contaminazione dell'aria e delle acque, alla propagazione e diffusione di specie infestanti e patologie vegetali, di più difficile quantificazione, si diffondono anche sulle formazioni vicine dove causano una progressiva banalizzazione e sostituzione delle formazioni tipiche locali.

Gli impatti determinati dalla meccanizzazione agricola, dai miglioramenti delle tecniche e delle infrastrutture irrigue, della semplificazione degli ordinamenti colturali come siepi e boschetti isolati, sono inizialmente dovuti alla riduzione della complessità strutturale: le formazioni pluristratificate vengono semplificate al massimo, fino alla eliminazione totale della vegetazione.

Si ha dunque una progressiva riduzione del numero di specie presenti fino a che non restano quelle legate strettamente alle condizioni poste dalle pratiche colturali: specie pioniere o ruderali.

In questi contesti possono essere anche rilevanti impatti su alberi isolati o filari che costituiscono elementi importanti del paesaggio agrario, oltrechè dell'agroecosistema.

L'impatto principale della zootecnia estensiva sulla vegetazione è l'alterazione della composizione specifica del cotico erboso indotta sia da un sovrapascolamento che, al contrario, da un pascolamento non ottimale o irrazionale; il brucamento di rinnovazione arborea ed arbustiva in bosco costituisce un altro impatto, di portata a volte localmente notevole, che ha condizionato, specie in passato, la composizione specifica e la struttura della vegetazione naturale. L'impatto dovuto al pascolo ha una estensione territoriale, normalmente, di maggiore ampiezza. In genere si tratta di impatti di tipo ampiamente reversibile, almeno fintanto che l'alterazione del cotico non arrivi alla rottura della sua continuità e all'innesco di fenomeni erosivi del suolo.

L'impatto della selvicoltura è potenzialmente molto elevato ed ha effetti non sempre correttamente riconosciuti e valutati. Questo consiste sia nei prelievi selettivi, ta-

gli a scelta e tagli successivi, che nei prelievi totali, tagli a raso in fustaia e ceduzioni, che alterano, in modo più o meno repentino, la struttura dei popolamenti boscati.

Le conseguenze nel cambiamento della struttura della componente arborea si ripercuotono anche sulla componente arbustiva ed erbacea della vegetazione, modificandosi le condizioni microclimatiche del bosco.

Tuttavia, anche in questo caso, l'impatto (nei climi temperati) è ampiamente reversibile in tempi più o meno lunghi, almeno fino a che non viene alterato eccessivamente il suolo.

Un impatto indiretto è costituito dalla cosiddetta deriva genetica ovvero nelle modificazioni del pool genetico disponibile in conseguenza delle scelte selvicolturali nonché delle risultanze delle pressioni ambientali naturali sulla selezione degli individui che si riprodurranno.

Occorre osservare come anche pratiche di grande impatto come la ceduzione possano essere inserite in un ciclo di rinnovazione del soprassuolo arboreo, dotato di un suo equilibrio pur molto fragile: fintanto che la pressione esercitata dal prelievo periodico del soprassuolo viene esercitata non si manifestano altri gravi impatti quali l'aumento notevole del rischio di incendio, in quanto si accumula in tempi brevi una notevole biomassa molto infiammabile, o il collasso dei popolamenti dovuti allo squilibrio tra l'apparato radicale e i fusti.

Dunque il venire meno di una fonte di pressione può fare emergere impatti fino a quel momento mascherati.

L'impatto degli incendi, che siano pratiche tradizionali come l'abbruciamento delle erbe secche sui pascoli o semplici atti dolosi, determina profonde modifiche nella struttura delle formazioni vegetali oltreché alterazioni progressive del suolo fino alla sua virtuale scomparsa.

3.5.7 Risposte

Alle diverse tipologie di impatto corrispondono risposte diverse da parte delle autorità regolatrici o autorizzatrici. È stato sviluppato un *corpus* legislativo piuttosto consistente, a partire dal livello comunitario, a quello nazionale fino alla legislazione regionale che definisce *status* particolari per specie vegetali o *habitat* riferibili a particolari tipi di vegetazione.

Sia che si tratti di singolarità botaniche, che di piante selvatiche utilizzate nell'alimentazione come di vegetazioni minacciate, in queste norme vengono dettate regole di protezione o di limitazione d'uso tese a preservare la sopravvivenza della entità al limite proteggendo i singoli esemplari.

Dal punto di vista forestale limitazioni d'uso e vincoli hanno avuto origine inizialmente per la protezione non tanto del bosco, quanto della sua esistenza in funzione

dei servizi di protezione idrogeologica che fornisce. Solo successivamente agli stessi vincoli furono assegnati significati di mantenimento della risorsa naturale garantendone la perpetuità attraverso limitazioni d'uso, dapprima con il vincolo paesaggistico che prevedeva un vincolo puramente estetico, inerente all'aspetto visivo, quindi con quello paesaggistico-ambientale che estendeva il concetto al mantenimento dell'equilibrio naturale salvaguardando da danni ambientali intere categorie di habitat.

Sparse in diverse previsioni pianificatorie e normative, soprattutto di tipo urbanistico e paesaggistico, vi sono prescrizioni in ordine al mantenimento delle formazioni vegetali relitte nel paesaggio agricolo, mentre la ricostituzione di un reticolo di siepi e filari è direttamente finanziato in alcune regioni italiane.

Il principio della mitigazione o compensazione è l'*extrema ratio* in termini di risposta all'impatto che porta alla perdita di lembi più o meno grandi di vegetazione, in questo caso viene imposto di effettuare reimpianti con composizione specifica e struttura tali da simulare le formazioni naturali; il criterio di quantificazione è la superficie di reimpianto, pari a quella persa adeguatamente moltiplicata per un coefficiente che dovrebbe tenere conto del minore valore naturalistico della vegetazione di nuovo impianto.

Occorre tenere presente che sebbene le tecniche di ricostruzione della vegetazione siano molto evolute negli ultimi anni, la complessità ed i tempi di recupero di un ecosistema terrestre sono tali che è impensabile un ritorno alle condizioni originarie.

Le misure di mitigazione consistono in generale in interventi di recupero ambientale riguardanti le aree coinvolte nelle fasi di costruzione ed il raccordo delle aree di stretta pertinenza dell'infrastruttura con il paesaggio e la morfologia del luogo.

La loro finalità è quella di contrastare il depauperamento della vegetazione naturale con un complesso di interventi di rinverdimento che deve risultare tempestivo ed esteso a tutte le aree cantierizzate per essere efficace al fine di contrastare inevitabili processi spontanei di insediamento di piante ruderali infestanti o non autoctone. Gli interventi devono fare riferimento al contesto circostante per ricomporre l'assetto funzionale e formale del paesaggio e recuperare tutte le aree intercluse o rese marginali dall'opera che potrebbero andare in contro a processi di invasione di specie indesiderate. Gli interventi possono essere concepiti anche in abbinamento a misure di mitigazione per altre componenti come ad esempio barriere acustiche e filtri dell'aria in adiacenza a zone residenziali o come mascheramento delle opere intrusive nel paesaggio.

Le misure di compensazione consistono in interventi, realizzati nel territorio limitrofo e ancora potenzialmente influenzabile dall'infrastruttura, che consentono di recuperare la funzionalità del sistema ecologico sia per addizione di habitat naturali che per apertura di corridoi ecosistemici.

Detto obiettivo può essere raggiunto sia in termini quantitativi attraverso l'estensione di habitat naturali esistenti o la creazione di nuovi in aree sprovviste, sia in termini qualitativi, attraverso il miglioramento degli habitat, sostenendo la loro evoluzione verso forme più complesse e mature e la formazione di nuovi corridoi ecologici.



Per quanto riguarda gli indirizzi tipologici, si citano ad esempio alcune tipologie più diffuse:

- Potenziamento di biotopi di alta naturalità presenti nelle vicinanze (ad esempio con il rimboschimento di aree agricole ai margini di sistemi boschivi o di ecosistemi fluviali)
- Rinaturalizzazione di stagni artificiali creati da attività di escavazione
- Creazione di corridoi ecologici di connessione tra i biotopi di maggiore naturalità, utilizzando in particolare le opportunità offerte dal reticolo idrografico secondario (fossi e canali irrigui), da strade interpoderali e da siepi planiziali esistenti
- Rinaturazione di aree degradate.

Vi sono infine anche risposte di tipo volontario da parte dei settori economici e scientifici interessati all'uso della risorsa forestale; sono infatti in corso di implementazione modelli selvicolturali "vicini alla natura" volti a preservare la perpetuità della risorsa forestale e a migliorarne l'efficienza biologica. In alcuni casi questi sistemi di gestione portano alla certificazione della sostenibilità della attività forestale.

3.6 FAUNA

3.6.1 Introduzione

Nel contesto delle valutazioni di impatto ambientale la fauna è intesa come l'insieme di organismi animali che insiste sull'area di progetto sia stabilmente sia per una sola fase del proprio ciclo vitale. E' necessario quindi che vengano considerati non solo gli animali stanziali nell'area ma tutti quelli che la utilizzano



anche sporadicamente per le proprie attività trofiche o riproduttive. La fauna rappresenta un aspetto fondamentale della componente ecosistemica e come tale viene spesso utilizzata nell'analisi della qualità ambientale di un'area; numerose metodologie di campionamento e di analisi sono state infatti sviluppate per utilizzare al meglio alcune specie come indicatori. Tali metodi risultano per il momento estremamente ben definiti per quanto riguarda i *taxa*¹ di Invertebrati, per i quali risulta possibile definire una serie di Indici Biotici, mentre per quelli dei Vertebrati non si è ancora giunti all'elaborazione di indici altrettanto standardizzati.

La caratterizzazione faunistica di un'area è un'attività che richiede estrema attenzione poiché la componente animale risulta strettamente dipendente dallo status effettivo delle altre matrici ambientali (flora, acqua, aria, suolo) e dalle numerose relazioni ecologiche che si vengono a formare. Se nel caso delle specie vegetali tale tipo di trattazione è di norma abbastanza semplice, potendosi basare sulle cosiddette *associazioni vegetali* in cui le specie risultano legate tra loro e con l'ambiente da precise regole ecologiche, nel caso delle specie animali un tale tipo di rapporto è difficilmente evidenziabile, poiché la relazione tra queste e l'ambiente fisico non è altrettanto stretta. Una precisa analisi faunistica deve dunque essere accompagnata da una caratterizzazione delle diverse tipologie di habitat presenti nell'area oggetto di studio e da dati sulla presenza delle specie animali e sulla loro importanza.

La Parte VI del presente lavoro, relativa alla Valutazione di Incidenza Ecologica, costituisce un più esaustivo complemento della presente sezione e di quelle relative alla vegetazione ed agli ecosistemi.

¹ unità sistematiche per la classificazione degli esseri viventi

3.6.2 Normativa in materia di VIA

La fase di caratterizzazione faunistica negli attuali studi di impatto ambientale, ai fini della *definizione della situazione presente e della prevedibile incidenza delle azioni progettuali sulla componente, tenendo presenti i vincoli derivanti dalla normativa e il rispetto degli equilibri naturali*, segue le indicazioni definite dal DPCM 27/12/88 nel quale si chiede che l'analisi venga effettuata utilizzando le seguenti informazioni:

- a. elenco della fauna vertebrata presumibile (mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e pesci) sulla base degli areali, degli habitat presenti e della documentazione disponibile;
- b. elenco della fauna invertebrata significativa potenziale (specie endemiche o comunque di interesse biogeografico) sulla base della documentazione disponibile;
- c. quando il caso lo richieda, rilevamenti diretti della fauna vertebrata realmente presente, mappa delle aree di importanza faunistica (siti di riproduzione, di rifugio, di svernamento, di alimentazione, di corridoi di transito, ecc.) anche sulla base di rilevamenti specifici;
- d. quando il caso lo richieda, rilevamenti diretti della fauna invertebrata presente nel sito direttamente interessato dall'opera e negli ecosistemi acquatici interessati.

Nel presente contesto l'analisi della componente è stata effettuata secondo il modello DPSIR (Determinanti – Pressioni – Stato – Impatti – Risposte) applicato alla valutazione di impatto ambientale, come illustrato in **fig. 3.9**.

3.6.3 Stato

Nell'attività di caratterizzazione faunistica di un'area, all'interno delle liste riportate nel DPCM, sarà opportuno dirigere l'attenzione dello studio soltanto sulle specie considerate di maggior interesse in quella zona. Non essendo possibile stilare un elenco predeterminato di specie "interessanti" poiché a situazioni ambientali diverse corrispondono specie diverse, la scelta deve basarsi su criteri che tengano conto dei livelli di protezione esistenti o proposti a livello regionale, nazionale ed internazionale, della rarità delle specie presenti, del loro ruolo all'interno dell'ecosistema, dell'interesse naturalistico che sono in grado di suscitare e dell'interesse economico che rivestono. Ad esempio gli animali ai vertici della catena trofica (es. rapaci e mustelidi) svolgono un'importante ruolo nell'ecosistema e sono dunque spesso utilizzati come specie di elevato interesse all'interno dell'area di studio.

Questa fase di individuazione delle specie di maggior interesse è un aspetto al quale deve essere prestata la massima attenzione, proprio su di esse infatti si basano le considerazioni sulle quali sarà sviluppato lo studio di impatto; tali indicatori inoltre vengono definiti in relazione all'ambiente *ante-operam* ma devono possedere anche caratteristiche tali da poter essere successivamente utilizzati per i monitoraggi in corso d'opera e durante la fase di esercizio, quando l'ambiente attraverserà la sua fase di recupero.

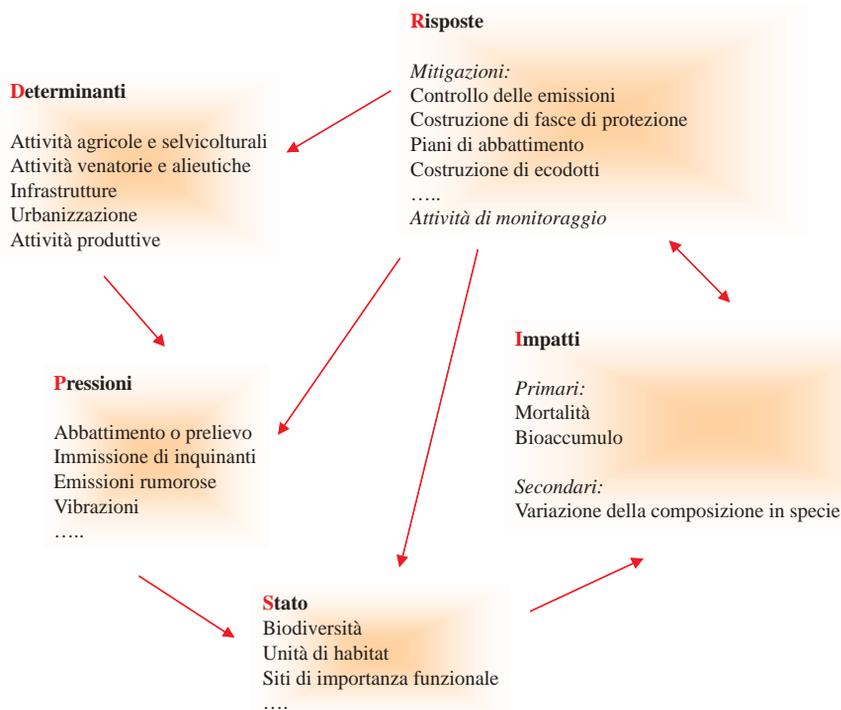


fig. 3.9 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente fauna

Seguendo quanto riportato in letteratura, per ottenere un'efficace caratterizzazione faunistica di un ambiente nell'ambito di uno Studio di Impatto Ambientale, potrebbe essere opportuno specificare la componente utilizzando le seguenti informazioni:

- descrizione qualitativa a livello di specie di vertebrati e delle principali biocenosi di invertebrati;
- individuazione delle specie chiave e delle specie indicatrici per gli ecosistemi interessati;

- censimento quantitativo e misure di biomassa, produttività, flussi di energia o altri indici significativi (diversità, ricchezza di specie, dominanza, ecc.) per le specie chiave e/o indicatrici.

La caratterizzazione della fauna potenzialmente influenzata richiederà diversi livelli di approfondimento per i siti direttamente interessati dall'opera e per l'area vasta. Per l'area vasta si predisporrà una lista delle specie di interesse prioritario effettivamente o potenzialmente presenti sulla base degli habitat esistenti e degli areali bio-geografici delle specie; nelle aree direttamente trasformate dall'intervento e quelle immediatamente limitrofe o ecologicamente connesse, si indicherà anche la presenza di eventuali siti di specifica importanza faunistica quali siti di riproduzione, di rifugio, di svernamento, di alimentazione ed i corridoi obbligati di transito (corridoi ecologici).

Per effettuare una scelta oculata delle specie più sensibili nella zona oggetto di studio, cioè di quelle sulle quali focalizzare maggiormente l'attenzione, è necessario effettuare una stima di vulnerabilità, che dovrà basarsi essenzialmente sulla valutazione delle seguenti caratteristiche:

- *Rarità delle specie in oggetto*: dati dalle Liste Rosse IUCN, dalle Liste Rosse Parziali per i singoli gruppi faunistici o, in mancanza di queste, dalle Proposte per le Liste Rosse Nazionali
- *Grado di minaccia a cui sono sottoposte le specie in oggetto* valutato attraverso:
 - distruzione, modificazione o riduzione, in atto o minacciata, dell'habitat o dell'areale di distribuzione della specie
 - livello di utilizzazione per scopi commerciali, ricreativi o scientifici
 - presenza di malattie o livello di predazione
 - risposte fisiologiche agli stress ambientali
 - altri fattori antropici o naturali.
- *Ruolo funzionale delle specie in oggetto*: ad esempio l'importanza della specie all'interno della catena trofica.
- *Biodiversità faunistica*: valutata considerando anche e soprattutto le specie meno comuni che sono le prime a risentire delle alterazioni ambientali.
- *Sensibilità specifica al disturbo delle specie in oggetto*².
- *Sensibilità specifica all'inquinamento delle specie in oggetto*: capacità di bioaccumulo o di biomagnificazione.
- *Interesse economico delle specie in oggetto*³.
- *Livelli esistenti di pressione antropica*.

² Tutte le attività antropiche possono recare disturbo alle specie presenti ed essere quindi alla base di fenomeni di allontanamento delle specie dall'area in oggetto.

³ L'utilizzo di specie cacciabili o di altro valore economico nelle valutazioni d'impatto ambientale è abbastanza comodo poiché risulta piuttosto facile "monetizzare" la loro perdita o riduzione numerica.

Possibili fonti di informazione per la caratterizzazione della matrice faunistica sono rappresentate dai dati relativi ai censimenti delle specie di interesse naturalistico-scientifico, ai loro habitat e all'interesse professionale, venatorio ed alieutico delle specie presenti ricavati da ricerche già svolte sul patrimonio naturalistico; la Regione Piemonte in particolare dispone di una buona caratterizzazione a livello faunistico sia per quanto riguarda gli uccelli che per quanto riguarda gli anfibi.

Come già esposto in precedenza però, la caratterizzazione della componente faunistica non può prescindere dall'analisi delle altre componenti ecosistemiche e dunque, dopo aver raccolto informazioni volte a selezionare quelle che sono le specie più sensibili, sarà necessario ottenere anche un elenco delle unità ambientali sensibili riscontrabili nell'area, quali ad esempio:

- Porzioni di areale di specie animali significative
- Unità di habitat per specie di interesse naturalistico e/o ecologico:
 - Stazioni locali di specie rare, e/o minacciate, e/o protette
 - Siti habitat di specie rare, e/o minacciate, e/o protette
 - Zone con presenza (anche potenziale) di endemismi o di particolarità biogeografiche
 - Unità ambientali di interesse faunistico (rifugio, sosta, svernamento, passaggio obbligato, riproduzione, nutrimento)
- Siti di importanza funzionale per la fauna:
 - Corridoi di spostamento faunistico (corridoi ecologici)
 - Siti di interesse per la fauna migratoria
 - Colonie localizzabili di specie di interesse
 - Passaggi faunistici obbligati
 - Siti di interesse per la fauna migratoria
 - Siti di rifugio, riproduzione, alimentazione di specie di interesse
- Istituti ai sensi della legge sulla fauna:
 - Oasi faunistiche ai sensi delle leggi sulla caccia
 - Zone di ripopolamento e cattura
 - Aziende faunistico-venatorie
- Istituti ai sensi delle leggi sulla pesca:
 - Acque salmonicole
 - Tratti idrici di ripopolamento per l'ittiofauna d'acqua dolce
- Zone marine di interesse specifico:
 - Zone di ripopolamento ittico-marino
 - Impianti offshore di maricoltura e/o molluschicoltura
- Siti con specie di potenziale interesse biogenetico futuro
- Siti per la fruizione naturalistica e/o scientifica:
 - Biotopi di interesse didattico per la fauna presente
 - Siti per il birdwatching
 - Siti di interesse per la ricerca scientifica attuale

Una volta effettuata tale caratterizzazione, in cui sono state definite le specie di interesse nella zona oggetto di studio, la loro vulnerabilità e le aree più sensibili, sarà possibile effettuare una dettagliata valutazione dell'effettivo impatto ambientale sulla componente faunistica. Utilizzando strumenti GIS sarà quindi possibile effettuare cartografie tematiche che tengano in considerazione anche i seguenti elementi:

- Stazioni di rilevamento faunistico.
- Aree di specie animali significative.
- Ambiti faunistici omogenei:
 - Fauna delle aree urbanizzate
 - Fauna delle aree prevalentemente coltivate
 - Fauna delle aree collinari prevalentemente forestale
 - Fauna degli ambienti fluviali
 - Fauna delle pareti rocciose ecc.
- Unità di habitat di specie interessanti dal punto di vista naturalistico-scientifico
- Risorse faunistiche locali:
 - Siti di interesse venatorio
 - Siti di interesse alieutico

Dal momento che nell'ambito di un'analisi di compatibilità ambientale la descrizione dello stato iniziale delle componenti è finalizzata alla successiva valutazione degli impatti, è necessario assegnare loro un valore per diminuire il più possibile il livello di soggettività dell'analisi e poter così stabilire la sostenibilità dell'intervento; si rimanda ad esempio, a tale proposito, alla metodologia dell'Habitat Evaluation Procedure elaborata dall'US Fish and Wildlife Service nel 1980.



3.6.4 Fonti di pressione

La stretta interazione che intercorre tra l'habitat e la fauna che vi insiste rende limitativa la ricerca di fonti di pressione che agiscano direttamente sulla matrice faunistica

senza valutare quelle che, agendo su matrici ambientali diverse, possono indirettamente influenzare la componente animale. Tutti gli interventi antropici dovrebbero dunque essere valutati con attenzione poiché i percorsi ecosistemici che possono portare ad impatti sulla fauna, oltre ad essere estremamente complessi, non sono ancora interamente noti e possono quindi facilmente essere sottovalutati.

Tenuto conto di ciò è comunque possibile effettuare un elenco delle principali tipologie di fonte che possono influire sulla matrice faunistica; le attività antropiche che possono agire su tale componente sono essenzialmente ascrivibili a cinque grosse categorie:

- Attività agricole e selvicolturali
- Attività venatorie e alieutiche
- Realizzazione di infrastrutture sul territorio
- Urbanizzazione
- Attività produttive

Risulta evidente come le ultime tre categorie siano direttamente influenti ai fini della valutazione di impatto di un'azione progettuale mentre le prime due, nell'ottica del modello DPSIR, risultano di estrema importanza per la definizione dello stato zero della componente, nel quale è fondamentale valutare per le singole specie il grado di minaccia ed i livelli di pressione antropica esistenti.

3.6.5 Pressioni

In generale le pressioni esercitate su di una componente ambientale possono provocare impatti sia diretti sia indiretti a causa del sistema complesso di interazioni tra le componenti e possono dunque produrre effetti di vario ordine, soprattutto nel caso della fauna, a causa dello strettissimo rapporto tra questa componente e tutte le altre matrici ambientali.

E' comunque possibile effettuare un sommario elenco delle principali pressioni che possono andare ad influire sulla componente faunistica:

- abbattimento o prelievo;
- immissioni di inquinanti;
- aumento del traffico veicolare;
- emissioni rumorose;
- vibrazioni;
- emissione di radiazioni.

3.6.6 Impatti

Le pressioni appena descritte possono influire sulla componente faunistica di un territorio in maniera diretta o indiretta e tra gli impatti diretti si ricordano principalmente:

- *Mortalità da collisione e/o elettrocuzione*⁴: gli interventi che maggiormente incidono su questo aspetto ecologico sono la costruzione e l'esercizio delle strade, con le collisioni a carico degli animali in transito, e degli elettrodotti, spesso responsabili di un elevato tasso di mortalità dell'avifauna
- *Bioaccumulo di inquinanti*: numerose attività antropiche possono causare l'apporto di sostanze contaminanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo influenzando così sulla biologia della fauna che insiste sull'area soggetta a tali incrementi. I contaminanti possono essere assunti dalle specie viventi tramite semplice deposizione, per ingestione o attraverso la respirazione e possono avere effetti letali o subletali tra i quali si ricordano:
 - effetti sulla riproduzione;
 - riduzione del ritmo di crescita;
 - irritazione o danni alla pelle;
 - effetti cancerogeni, mutageni e teratogeni.

Una delle dinamiche più tipiche per l'accumulo di inquinanti è quella legata alle catene alimentari: i contaminanti vengono infatti facilmente assorbiti dalla microflora e microfauna alla base della catena e, con il consumo di tale porzione da parte degli organismi che occupano i livelli più alti, si andrà incontro ad aumenti di concentrazione che potranno raggiungere livelli di tossicità negli animali superiori.

Gli impatti secondari sono invece legati a diverse tipologie di modificazione dell'habitat che possono variamente influenzare la matrice faunistica e che vengono di seguito descritte:

- *Perdita di habitat*: il 75% delle specie in pericolo tra i Mammiferi ed il 60% tra gli Uccelli sono minacciate dalla scomparsa del loro habitat di elezione ed essendo tale situazione associata con la maggior parte delle attività di sviluppo risulta essere una delle più assiduamente quantificata rispetto alle altre tipologie di impatto. La trattazione del problema non deve però limitarsi alla quantificazione dell'area interessata da un'opera ma deve valutare quella che è l'effettiva sottrazione di habitat ai danni di una determinata specie. Per questo è necessario conoscere, per la singola area, quali specie sono presenti e come tale area venga da esse utilizzata, così da definire quale porzione dell'habitat sia effettivamente necessaria

⁴ Si intende con elettrocuzione la folgorazione da contatto con linee elettriche.

per rispondere ai bisogni di un determinato recettore ecologico. Conseguenza spesso sottovalutata delle sottrazioni di habitat è inoltre la frammentazione dell'habitat restante, da cui deriva una segregazione delle specie in aree isolate e spesso assolutamente inospitali.

- *Frammentazione dell'habitat*: si tratta della suddivisione dell'habitat in unità più piccole, fenomeno che origina tipicamente dalla realizzazione di infrastrutture lineari e che comporta una serie di conseguenze (effetti secondari) a carico della componente faunistica. Le porzioni di habitat originate dal fenomeno della frammentazione vengono dette *patches* ed uno studio della loro distribuzione tramite sistemi GIS può consentire una efficace valutazione sulla sostenibilità della futura distribuzione delle specie.
- *Insularizzazione dell'habitat*: molti degli studi sulla frammentazione dell'habitat tendono a non considerare quello che le specie percepiscono come tale, limitandosi alla sola valutazione dell'estensione spaziale; in tale ottica si inserisce il concetto di insularizzazione proposto da Spellerberg (1991) che si riferisce agli effetti combinati di riduzione dell'habitat, frammentazione ed isolamento, legando l'aspetto esclusivamente spaziale con le capacità di dispersione e la vagilità⁵ delle specie interessate.
- *Effetti barriera*: strade, ferrovie ed alcune tipologie di infrastrutture lineari per il trasporto di fluidi creano degli ostacoli al movimento delle specie nell'ambiente, incrementando gli effetti della frammentazione e dell'isolamento soprattutto per le popolazioni ad "habitus" migratorio o che tendono ad utilizzare percorsi abituali obbligati. L'effetto della presenza di barriere può essere diverso a seconda della risposta delle singole specie, alcune di esse infatti possono non essere in grado di sopravvivere al passaggio mentre altre hanno caratteristiche comportamentali che spingono gli individui a non attraversare la barriera anche se sarebbero potenzialmente in grado di farlo. È importante inoltre notare come l'effetto barriera possa dipendere anche soltanto dalla creazione di una zona di territorio inospitale tra habitat adatti per la singola specie.

Gli impatti indiretti o secondari sulla fauna che derivano da tali modifiche dell'habitat riguardano tipicamente la variazione della composizione in specie (e dunque la diversità biologica) in senso lato, includendo dunque in tale definizione anche la mortalità. Nel seguito viene fornita una trattazione più dettagliata di entrambi questi aspetti:

- *Mortalità*: come detto in precedenza alcune attività antropiche possono causare incrementi diretti sulla mortalità della fauna mentre altre possono indirettamente interagire con gli individui delle specie che necessitano di habitat altamente specifici o

⁵ Con vagilità si intende la capacità di movimento di una data specie.

che hanno una vagilità molto bassa. Le informazioni relative alla mortalità diretta sono generalmente piuttosto semplici da acquisire, mentre nel caso della mortalità indiretta dovuta alla modifica degli habitat, esistono complicazioni legate alla capacità di effettuare una quantificazione esatta delle relazioni tra specie ed area occupata.

- *Variazione della composizione in specie*: le attività di sviluppo possono variamente influenzare la composizione in specie della comunità ecologica, tali variazioni possono avere molteplici cause legate tra loro e sono particolarmente difficili da esaminare e valutare perché sono spesso ritardate nel tempo, manifestandosi solo molto dopo il loro effettivo avvio. Tali effetti possono divenire evidenti sia a livello intraspecifico (es. mortalità di un solo stadio vitale della popolazione) che interspecifico; alcuni studi hanno consentito di desumere, ad esempio, che in particolari situazioni, una perdita del 90% dell'area comporta un decremento medio in specie tra il 30 ed il 50% (Diamond, 1975).

Ognuna delle pressioni sull'habitat descritte in precedenza comporta dei rischi in tal senso che verranno esposti di seguito, iniziando con l'elenco delle più evidenti conseguenze della frammentazione degli habitat così come riportate da English Nature nel 1993:

- diminuzione del numero di specie al diminuire delle dimensioni delle *patches*;
- perdita di specie caratteristiche dell'area ed intrusione di specie precedentemente diffuse al di fuori dei confini dell'area;
- variazioni nella composizione delle comunità
- alterazioni delle relazioni simbiotiche, parassitiche e preda-predatore, con conseguente rischio di estinzioni secondarie;
- alterazione di tutte le relazioni interspecifiche;
- alterazione delle dinamiche di popolazione.

Il fenomeno della frammentazione risulta inoltre, nella maggior parte dei casi, responsabile della diminuzione del successo riproduttivo, in particolar modo per le specie più soggette a predazione, situazione che diventa più evidente all'aumentare del rapporto tra il perimetro e la superficie interna dell'habitat.

Per quanto riguarda invece i più probabili effetti derivanti dall'insularizzazione dell'habitat è possibile effettuare la seguente schematizzazione:

- perdita di specie chiave (specie su cui si basa l'ecologia di altre specie);
- riduzione delle popolazioni ed estinzione di specie sui confini neoformati, aumento della vulnerabilità verso influenze esterne ed aumento della probabilità di invasione da parte di specie non caratteristiche;
- inbreeding;
- perdita di specie caratteristiche;
- aumento della vulnerabilità di fronte ad eventi stocastici.

Come nel caso della frammentazione sono le specie sedentarie o quelle con richieste di habitat estremamente specifiche ad essere le più probabilmente influenzate da tali effetti e questi, pur non essendo sempre semplici da valutare, dovrebbero, vista la loro potenziale importanza, non essere ignorati nel contesto di uno studio di impatto.

Oltre a quanto appena descritto per i fenomeni di modificazione degli habitat dobbiamo sottolineare anche l'importanza degli effetti di disturbo sulla fauna sia durante la fase di cantiere sia durante quella di esercizio, legati alla presenza di personale, al rumore, al disturbo visivo, al transito veicolare, ecc. Tranne sporadici casi riguardanti l'ornitofauna, sono stati effettuati pochissimi studi approfonditi per quantificare tali effetti sulle specie, viste anche le difficoltà legate alla capacità di adattamento ed alla variabilità di risposta a seconda della stagione o della fase del ciclo vitale. Tutte le forme di disturbo possono comunque essere alla base di fenomeni di spostamento delle specie i quali, a loro volta, possono portare ad una serie di effetti indiretti quali:

- aumento di densità in alcuni siti recettori;
- aumento del numero di individui obbligati ad utilizzare zone di foraggiamento e di riproduzione subottimali;
- rischio di mortalità in mancanza di un habitat alternativo.

Una recensione di tutti gli studi pubblicati riguardo agli effetti di disturbo antropico a carico dell'avifauna (Hill *et al.*, 1997) ha consentito di ricavare alcuni fattori da tenere di conto nello stimare la gravità e la probabilità di impatto da disturbo su tali animali:

- intensità del disturbo;
- durata e frequenza (continuo, poco frequente, regolare, variabile);
- vicinanza della fonte;
- variazioni stagionali di sensibilità delle specie interessate;
- capacità degli uccelli di rispondere ad eventuali spostamenti;
- percentuale della popolazione regionale ad essere interessata;
- presenza di habitat alternativi nella zona circostante;
- interessamento di specie rare o particolarmente "riservate".

Al di là di quanto noto per gli uccelli non si conosce pressoché nulla riguardo agli altri gruppi di animali, se si escludono le evidenze empiriche ampiamente note per alcune specie sensibili alle forme di disturbo antropico come ad esempio i cervi.

La vulnerabilità a tali effetti dovrà sempre essere tenuta di conto nel produrre forme di mitigazione efficaci, fornendo ad esempio, alle specie più elusive e soggette a disturbo, degli habitat alternativi il più possibile imperturbati.

Da non dimenticare è anche l'effetto di modificazione della composizione in specie dovuto all'introduzione di nuove specie nell'area in maniera sia diretta sia in-

diretta. Alcune specie ad esempio possono essere introdotte in una zona con finalità di gestione faunistica mentre altre possono giungervi per l'aumentata disponibilità alimentare, come avviene sempre più spesso nel caso dei gabbiani comuni, divenuti ormai abbondantissimi anche in zone di pianura per la presenza di discariche, preziosa fonte di cibo per questa specie cosiddetta "spazzina".

3.6.7 Risposte

In seguito all'identificazione e stima degli impatti potenziali generati dalla realizzazione dell'opera in progetto, lo Studio di Impatto Ambientale deve prevedere misure di mitigazione per ridurre l'impatto dell'intervento ai fini di renderlo più compatibile con le esigenze di tutela dell'ambiente e programmare un'attività di monitoraggio per valutare l'evoluzione dei parametri più critici.

La stesura di un qualunque progetto deve tenere conto delle numerose normative vigenti in materia di salvaguardia della componente faunistica, considerando in primo luogo l'eventuale presenza di specie minacciate secondo le Liste Rosse IUCN e tenendo quindi in considerazione le direttive comunitarie 409/79 (nota come Direttiva Uccelli) e la 43/92 (detta Direttiva Habitat). La prima è espressamente diretta alla conservazione degli uccelli selvatici e, perseguendo tale obiettivo, anche alla salvaguardia dei vari habitat di elezione per l'avifauna, la seconda ne è invece il logico complemento e si prefigge come obiettivo *il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario*.

Tenendo conto di tali restrizioni si potranno cercare soluzioni localizzative alternative onde evitare la perturbazione di siti ad elevata sensibilità intrinseca per presenza di specie rare e/o minacciate, di luoghi di sosta per la fauna migratoria o di habitat di elezione per una data specie. In caso tali alternative efficaci non possano essere trovate, le forme di mitigazione dovranno invece essere di tipo realizzativo e tra queste si ricordano:

- controllo delle emissioni in fase di cantiere, esercizio e dismissione;
- costruzione di fasce arbustive, recinzioni e barriere antirumore;
- accesso controllato nella zona per minimizzare gli effetti di disturbo;
- costruzione di ponti, tunnel ed ecodotti.

In caso tali misure non risultino sufficienti potranno essere prese in considerazione anche misure più drastiche come il trasferimento in zone non perturbate degli animali maggiormente esposti al disturbo.

Inoltre, qualora la situazione preesistente sia caratterizzata da un'elevata "povertà" della fauna che sarà aggravata dall'intervento stesso, si prenderanno in considerazione

ne azioni di riequilibrio condotte contestualmente all'intervento in progetto per abbassare i livelli di criticità esistenti, come ad esempio:

- creazione di rifugi o habitat in grado di richiamare e mantenere nuova fauna;
- introduzione di prescrizioni specifiche per le opere già attive sull'area così da ridurre le emissioni.

L'attività di monitoraggio dovrà essere svolta sulla componente faunistica per l'intera durata del progetto ("vita della realizzazione"), così da valutare l'andamento delle popolazioni sia in termini numerici assoluti sia relativi e capire se le misure di mitigazione previste in fase di valutazione siano risultate sufficienti o necessitino di miglioramenti in corso d'opera. A livello di microfauna sarà opportuno effettuare campionamenti per valutare gli effetti di bioaccumulo su particolari specie "bersaglio", mentre sulle specie più interessanti verranno effettuati censimenti per valutarne l'eventuale variazione numerica ed ottenere, nel lungo periodo, informazioni sull'andamento della biodiversità globale dell'area.

3.6.8 Azioni di sostenibilità ambientale applicabili alla VIA relative alla componente fauna

Come già ribadito più volte, la trattazione della componente faunistica di un'ecosistema non può prescindere dall'analisi globale dell'ecosistema stesso e dunque, in senso lato, dal concetto di biodiversità. Come si legge al punto 42 del "Plan of Implementation" emesso al termine del recente Summit sullo Sviluppo Sostenibile svoltosi a Johannesburg, la biodiversità svolge un ruolo preminente nello sviluppo sostenibile⁶ di tutto il pianeta ed il tasso di perdita di specie a causa delle attività antropiche ha raggiunto livelli di guardia. Le specie catalogate come minacciate di estinzione sono infatti più di 11.000 e tale rischio è dovuto in massima parte alla perdita o al degrado degli habitat nei quali esse vivono; altre 5.000 specie risultano poi potenzialmente a rischio e sono dunque necessari importanti sforzi politici e scientifici per la loro salvaguardia. Il maggior stimolo per una presa di coscienza dell'importanza di tali risorse è legato alla possibilità dei singoli individui di godere direttamente dei benefici derivanti dallo sfruttamento sostenibile della biodiversità, in particolare in quelle regioni che svolgono funzioni di "serbatoio genetico", così come definito dalla *Convention on Biological Diversity* (CBD). Non si può infatti sottovalutare come la lotta alla povertà e la protezione dell'ambiente vadano di pari passo soprattutto nelle aree rurali dei paesi in via di sviluppo; in tali casi è dunque necessario che le popolazioni traggano beneficio dal mantenimento generale della biodiversità, ad esem-

⁶ Cfr. Parte I, paragrafo 1.1.2

pio tramite un incremento sempre più netto delle attività ecoturistiche. Oltre a questo tipo di attività, Johannesburg 2002 ha definito una serie di interventi volti a perseguire uno sviluppo sostenibile aventi come base comune la cooperazione internazionale, in tal modo sarà possibile sostenere in maniera consistente e continua le attività operate dal CBD e da ottenere nel più breve tempo possibile un approccio di tipo "ecosistemico" a tutte le attività di sviluppo. Viene inoltre richiesto che tutti gli stati contribuiscano con finanziamenti e sforzi tecnico-scientifici alla salvaguardia dei siti eletti a patrimonio dell'umanità per la conservazione di specie in pericolo, che sviluppino reti ecologiche per valorizzare e sviluppare quegli ambiti territoriali caratterizzati da valori naturali e culturali particolari, che salvaguardino i corridoi ecologici a livello nazionale e regionale, e che pongano estrema attenzione sia nell'evitare l'introduzione di specie alloctone sia nello sviluppare metodi di difesa per gli ecosistemi minacciati dal loro ingresso. Sarà dunque estremamente importante che vengano svolte attività di controllo che consentano di valutare il più dettagliatamente possibile quanto lo sviluppo sia sostenibile rispetto alla risorsa; tra gli obiettivi fondamentali da tenere in considerazione vi saranno dunque l'aggiornamento sistematico degli indicatori di stato della risorsa fauna ed il consolidamento e l'estensione del sistema di salvaguardia delle aree di maggior pregio ambientale.

Proteggere gli ecosistemi naturali rappresenta una componente fondamentale dello sviluppo sostenibile ed è necessario realizzare delle iniziative concrete per invertire la tendenza al degrado dei sistemi naturali dai quali, in ultima analisi, dipende la specie umana. In generale infatti, tutte le attività economiche richiedono lo sfruttamento di risorse naturali e tale sfruttamento ha raggiunto, in alcuni casi, il punto in cui numerosi ecosistemi non riescono più ad "autoripararsi" o ad autosostenersi, perdendo così quelle caratteristiche di plasticità che in natura ne garantiscono la sopravvivenza. Uno degli esempi più importanti per quanto riguarda l'incapacità di recupero della risorsa è rappresentato dalla fauna ittica marina che garantisce la sopravvivenza, diretta e indiretta, di circa 400 milioni di persone. Più di un quarto dei banchi di pesce mondiali vengono però eccessivamente sfruttati e sono diventati essi stessi la risorsa limitante; complessivamente infatti, il 75 per cento dei banchi di pesca mondiali necessiterebbe di iniziative immediate sul livello di pressione antropica in modo da assicurare adeguate disponibilità ittiche nel futuro. Altri organismi della componente faunistica che hanno subito enormi danni sono i coralli costruttori di barriera che hanno subito una perdita netta di circa il 25% degli individui negli ultimi anni e che, rappresentando il gradino base della catena alimentare degli oceani, sono una componente estremamente importante per l'intero livello di biodiversità.

Risulta dunque fondamentale porre alcuni obiettivi concreti ed applicabili che possano garantire uno sviluppo delle attività antropiche compatibile con la conservazione della componente faunistica, partendo da quelli principali del mantenimen-



to in condizioni vitali delle popolazioni indigene e dell'integrità ecosistemica con particolare attenzione ai "punti caldi" (*hotspot*) della biodiversità. Per perseguire degli obiettivi di sostenibilità per la risorsa fauna sarà dunque opportuno impostare l'azione a tre livelli differenti, così come espresso di seguito:

- Livello paesaggio:
 - Evitare la perdita di habitat (che causa incrementi nella competizione intraspecifica)
 - Evitare la riduzione dimensionale dei frammenti residui
 - Evitare l'alterazione degli habitat e mantenerne la varietà
 - Mantenere la presenza e la qualità delle vie di dispersione
- Livello di popolazione:
 - Mantenere la popolazione minima vitale
 - Evitare immissioni di specie alloctone così da non alterare i rapporti di predazione
 - Mantenere i siti di rifugio, riproduttivi, di riparo dai predatori e di alimentazione
 - Mantenere la variabilità genetica
- Livello di individuo:
 - Garantire il mantenimento delle performance riproduttive dell'individuo (fertilità, fecondità, natalità, resistenza alle malattie ed agli stress ambientali)
 - Valutare i prelievi sulla consistenza di ognuna delle popolazioni in cui la specie è suddivisa.

3.7 ECOSISTEMI

3.7.1 Introduzione

L'insieme delle aree geografiche adatte alla vita degli organismi, costituito dall'atmosfera, dall'idrosfera e dalla parte superficiale della litosfera fino a 2 km di profondità, è definito **biosfera**. Gli esseri viventi sono influenzati da molti fattori ambientali e le caratteristiche



fisiche di un dato ambiente sono determinanti e costituiscono dei limiti ben precisi per la vita stessa. A questo proposito il complesso delle comunità vegetali ed animali che in una data zona geografica ha raggiunto una relativa stabilità mantenuta da specifiche condizioni ambientali si chiama **bioma**. In ciascun bioma si possono identificare differenti **ecosistemi**, cioè delle unità ambientali costituite da esseri viventi (componenti biotiche) che interagiscono fra loro e con l'ambiente fisico.

L'ecosistema quindi costituisce l'integrazione di una collettività di varie specie viventi (animali e vegetali), detta **biocenosi**, con lo spazio ambientale in cui essa vive (**biotopo**). Il biotopo rappresenta l'unità fondamentale ambientale ed è topograficamente individuabile e caratterizzata dalla biocenosi che lo popola. Affinché un ecosistema possa esistere deve stabilirsi un delicato e fondamentale equilibrio tra fattori abiotici¹ e biotici².

¹ I fattori abiotici, relativi alla litosfera, all'atmosfera e all'idrosfera, sono componenti inorganici la cui influenza può essere individuata attraverso l'azione di componenti più semplici:

- l'aria, la sua composizione chimica, la pressione, la temperatura e l'umidità;
- la roccia, la sua morfologia, la composizione chimico-mineralogica, la struttura, ed a volte anche la sua conformazione spaziale;
- l'acqua nei suoi stati fisici e nelle fasi del suo ciclo, cioè evaporazione, condensazione, precipitazioni e deflussi sopra e sotto la superficie terrestre.

Un altro fattore abiotico fondamentale, di origine extraterrestre, è la **radiazione solare**, che agisce per via diretta ed indiretta su tutte le componenti biotiche e abiotiche di un sistema.

² I fattori biotici, relativi alla biosfera, derivano dalla presenza qualitativa e quantitativa di piante ed animali; sono fattori sia il singolo individuo, la sua popolazione, l'insieme di diverse popolazioni ed i rapporti da cui queste sono legate (competizione, predazione, parassitismo, ecc.).

Nella pratica si individuano “unità ecosistemiche” definibili come porzioni di territorio omogenee per caratteristiche edafiche³ e microclimatiche, caratterizzate dalla presenza di un determinato gruppo di specie o di unità vegetazionali. Si tratta di unità funzionali, non sempre delimitabili.

Le unità ecosistemiche, collegate strutturalmente e funzionalmente tra loro, vanno a costituire il cosiddetto ecomosaico.

3.7.2 Normativa in materia di VIA

Non ci sono a livello legislativo indicazioni di norme tecniche e limiti per l'analisi della componente tranne ovviamente quelle contenute nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 dicembre 1988 concernente le *Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*.

Nel D.P.C.M del 27/12/88 obiettivo della caratterizzazione del funzionamento e della qualità di un sistema ambientale è quello di stabilire gli effetti significativi determinati dall'opera sull'ecosistema e sulle formazioni ecosistemiche presenti al suo interno. Le analisi concernenti gli ecosistemi vanno affrontate attraverso:

- a. l'individuazione cartografica delle unità ecosistemiche naturali ed antropiche presenti nel territorio interessato dall'intervento;
- b. la caratterizzazione almeno qualitativa della struttura degli ecosistemi stessi attraverso la descrizione delle rispettive componenti abiotiche e biotiche e della dinamica di essi, con particolare riferimento sia al ruolo svolto dalle catene alimentari sul trasporto, sull'eventuale accumulo e sul trasferimento ad altre specie ed all'uomo di contaminanti, che al grado di autodepurazione di essi;
- c. quando il caso lo richieda, rilevamenti diretti sul grado di maturità degli ecosistemi e sullo stato di qualità di essi;
- d. la stima della diversità biologica tra la situazione attuale e quella potenzialmente presente nell'habitat in esame, riferita alle specie più significative (fauna vertebrata, vegetali vascolari e macroinvertebrati acquatici). In particolare si confronterà la diversità ecologica presente con quella ottimale ipotizzabile in situazioni analoghe ad elevata naturalità; la criticità verrà anche esaminata analizzando le situazioni di alta vulnerabilità riscontrate in relazione ai fattori di pressione esistenti ed allo stato di degrado presente.

³ I fattori edifici costituiscono l'insieme dei rapporti tra la vita delle piante e le condizioni fisiche, chimiche e biologiche del terreno.

Nel presente contesto l'analisi degli ecosistemi è stata effettuata secondo il modello DPSIR (Determinanti – Pressioni- Stato – Impatti – Risposte) applicato alla valutazione di impatto ambientale, come illustrato in **fig.3.10**.

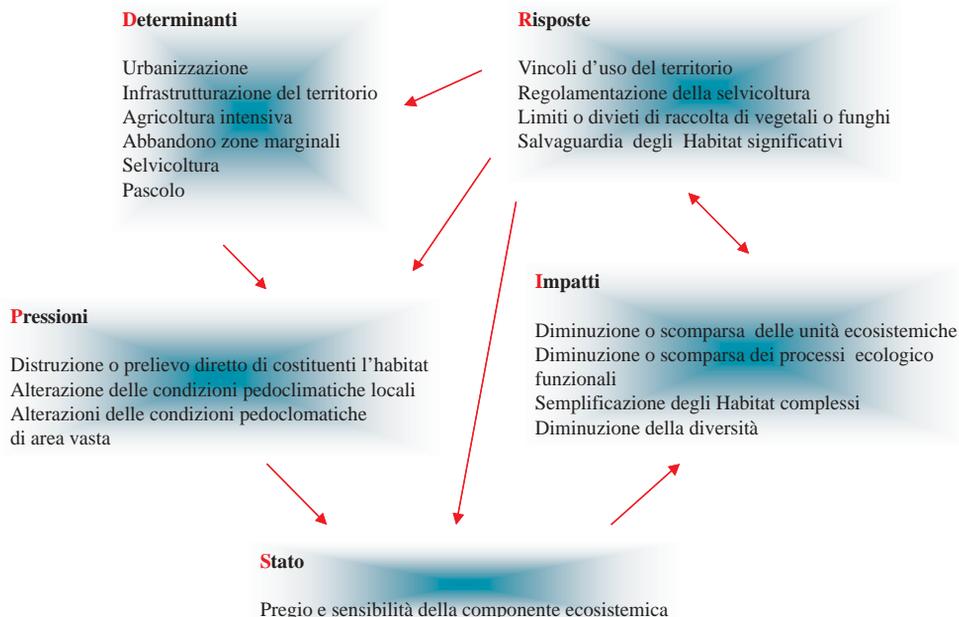


fig. 3.10: - *Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente Ecosistemi*

3.7.3 Stato

Un ecosistema si caratterizza attraverso l'analisi dei fattori abiotici (luce, temperatura, ossigeno, granulometria del substrato ecc.) e dei fattori biotico - funzionali (competizione, predazione, parassitismo). Gli attributi dell'ecosistema più importanti nell'analisi dello stato di questa componente sono:

- livello energetico;
- presenza di fattori limitanti;
- struttura della piramide trofica;
- biodiversità.

L'energia è il primo ed il più importante fattore che influenza le relazioni all'interno di un ecosistema, in cui si possono distinguere due costanti: il flusso unidirezionale e di portata progressivamente decrescente dell'energia ed il ciclo di tutti gli elementi, costituenti strutturali delle componenti biotiche ed abiotiche. La fonte ener-

getica primaria, esterna alla biosfera ma comune a tutti gli ecosistemi, è quella banda della radiazione solare in grado di stimolare i processi di fotosintesi operati dagli organismi autotrofi (vegetali, alghe, batteri fotosintetici ecc.) grazie ai quali l'energia associata a tale radiazione viene "fissata" nei legami chimici dei carboidrati che vengono sintetizzati nel corso della fotosintesi, venendo così trasformata in biomassa. Mentre l'energia si dissipa, la materia invece, nella biosfera, tende a transitare da un comparto all'altro (atmosfera, pedosfera, idrosfera) trasferendosi dalle componenti biotiche a quelle biotiche e viceversa, con un andamento "ciclico". Si parla infatti di cicli biogeochimici degli elementi, componenti primari e secondari degli ecosistemi.

La **carenza** o l'**eccesso** di un solo **elemento** o di un **fattore fisico** spesso inseriti in cicli di scambio tra organismi e ambiente, possono avere effetti negativi sullo sviluppo dei viventi, anche in presenza di condizioni ottimali per quanto riguarda tutte le altre componenti dell'ecosistema.

Le **catene alimentari** sono il risultato delle interazioni di natura trofica che si stabiliscono in tutti gli ecosistemi. Questi presentano delle dimensioni finite e sono caratterizzati da input ed output energetici: tanto maggiore è il carico di energia complessivo di un ecosistema, tanto più alta è la quantità di biomassa che esso può sostenere. Il valore massimo di biomassa sostenibile, in funzione delle disponibilità trofiche (energetiche) e delle condizioni chimico - fisiche limitanti, viene detta "capacità portante". Quando in un ecosistema, si instaurano condizioni, transitorie, che favoriscono il superamento della capacità portante (elevata e temporanea disponibilità di nutrienti, riduzione dell'attività di predazione, ecc.), seguono fasi in cui le condizioni diventano limitanti non solo per l'ulteriore crescita ma anche per il mantenimento dei livelli di biomassa raggiunti, per cui si assiste ad una flessione dei suddetti valori (per limitazione delle risorse trofiche) fino al ritorno al di sotto della capacità portante, ristabilendo i livelli di efficienza funzionale standard.

La **biodiversità** è una proprietà di un gruppo tassonomico, di una comunità o di un insieme di comunità e viene espressa essenzialmente in termini quantitativi attraverso l'uso di indici di ricchezza e abbondanza relativa delle specie o in generale degli individui appartenenti ai diversi gruppi. La biodiversità risente in maniera sensibile dei fattori di stress provocati dall'uomo: per la tendenza all'omeostasi⁴ un ecosistema è tanto più stabile quanto più elevati sono il numero e la diversità degli organismi che lo compongono e quanto maggiore è la complessità delle relazioni che legano questi ultimi fra di loro e all'ambiente abiotico.

⁴ L'omeostasi è la facoltà di autoregolazione degli organismi viventi, ossia la capacità di mantenere un equilibrio stabile, nonostante il variare delle condizioni esterne.

Per effettuare una *caratterizzazione ecosistemica* dell'area oggetto di studio sarà necessario procedere lungo un percorso composto da fasi successive che si susseguono a partire dal riconoscimento e dalla delimitazione sul territorio interessato delle unità ecosistemiche. Tale analisi deve pertanto partire dall'esame della vegetazione, integrato con le informazioni sulle comunità faunistiche ad esse associate e sui fattori ecologici condizionanti (es. presenza di corpi idrici, accumuli di detriti e materiali inerti, pareti rocciose, superfici artificializzate). L'importanza della vegetazione, almeno per gli ambienti terrestri, è dovuta ai suoi connotati di fissità e di dipendenza diretta dal substrato e dalle condizioni climatiche del sito, nonché per la sua funzione ecologica di base (autotrofia, produzione primaria), che direttamente o indirettamente attrae le componenti eterotrofe delle biocenosi. Tale operazione si traduce nella realizzazione della carta delle unità ecosistemiche su cui è necessario individuare i principali flussi di materia ed energia esistenti tra di esse (per esempio sulla base dei flussi idrici, degli spostamenti di animali, delle attività umane) così da avere un quadro preciso degli ecosistemi complessivi, in cui tali unità sono inserite, che possa essere a sua volta sottoposto ad analisi. Nel caso degli ecosistemi terrestri deve inoltre essere posta particolare attenzione ai punti di scambio tra unità (margini e corridoi).

La seconda fase del percorso di caratterizzazione ecosistemica consiste nella selezione delle informazioni relative alle componenti ambientali (vegetazione, fauna, acque superficiali), necessarie alla caratterizzazione analitica delle unità ecosistemiche individuate⁵. Come ulteriore approfondimento occorre valutare lo stato di importanza relativa e di criticità attuale degli ecosistemi; il primo deve essere valutato in relazione al pregio intrinseco delle unità ecosistemiche come habitat idonei per specie rare o minacciate e come riserva biogenetica. Per quanto concerne la criticità ecosistemica invece, questa deve essere valutata attraverso l'evidenziazione di situazioni di elevata sensibilità in concomitanza con fattori di pressione antropica o di livelli di degrado in atto.

Informazioni sintetiche sullo stato di salute complessivo dei sistemi possono essere desunte attraverso l'applicazione di opportuni indicatori tra cui ad esempio:

- *Ecosistemi di acqua corrente*: indici basati sul macrobenthos (es. IBE), indici sulla qualità dell'ecosistema ripariale (es. IFF).
- *Ecosistemi di acque lentiche*: parametri chimici caratterizzanti il livello trofico (es. fosforo e azoto), livelli di clorofilla, densità algale.
- *Ecosistemi terrestri*: metodiche standardizzate per il rilevamento della fauna (es. indici di ascolto per l'ornitofauna).

⁵ Per la trattazione di questi aspetti si rimanda al capitolo dedicato alla Valutazione di Incidenza Ecologica presente nella parte VI.

Tra gli indicatori di sintesi che si possono utilizzare⁶ nella definizione della qualità dello stato ecosistemico si riportano i seguenti:

- *Abbondanza relativa di habitat naturali e semi-naturali*

L'indicatore valuta l'estensione degli habitat naturali e semi-naturali rispetto all'area del biotopo, per poter distinguere le situazioni soggette ad un intenso sfruttamento antropico rispetto a quelle che conservano ancora buoni margini di naturalità. Valutando la percentuale di habitat naturali, semi-naturali e antropizzati, si cerca infatti di individuare l'entità dell'influsso antropico, in modo da definire delle soglie minimali di naturalità al di sotto delle quali si instaurano fenomeni di degrado. Dopo aver rilevato le tessere del tessuto dell'ecomosaico, si definisce per ciascuna l'appartenenza ad una delle tre categorie (naturali, semi-naturali e antropiche), individuando così la percentuale di aree naturali (N), seminaturali (S) ed antropiche (A); utilizzando ad esempio il triangolo di naturalità (fig. 3.11), in cui sono definiti i punteggi in una scala da 1 (situazione a più alta percentuale di area antropizzata) a 10 (area naturale che ricopre la quasi totalità del biotopo), è possibile ricavare un punteggio di naturalità del territorio basato sulla combinazione delle estensioni che le tre categorie possono occupare.

- *Porosità dell'ecomosaico*

La *Porosità* analizza la distribuzione delle tessere dei vari habitat sul territorio e lo sviluppo dei margini utili, attraverso l'integrazione di due parametri: *Diversità di habitat* e *Complessità dei margini*.

La *diversità di habitat*, definita da Whittaker (1960) *beta-diversità*, valuta il grado di distribuzione delle tessere appartenenti ai diversi ecosistemi (densità reciproca), in quanto tale organizzazione spaziale condiziona il grado di diversità specifica: infatti maggiore è il numero delle macchie ecosistemiche, maggiore è la biodiversità delle cenosi, grazie all'integrazione delle specie tipiche degli ecosistemi individuati con le specie ecotonali che popolano le zone di transizione tra ambienti differenti.

La *complessità dei margini* esprime invece lo sviluppo dei margini di ogni tessera ecosistemica del biotopo, partendo dalla considerazione che situazioni molto naturali ma omogenee e con perimetro poco sviluppato presentano minore biodiversità, essendo più povere di specie ecotonali. La situazione ideale si ha pertanto quando l'area in esame presenta un numero accettabile di macchie appartenenti ad habitat naturali e semi-naturali di diverso tipo (situazione intermedia tra una frammentazione eccessiva, che mette a rischio la sopravvivenza stessa degli ecosistemi, e una totale omogeneità di habitat, che porta a una riduzione di biodiversità specifica) e uno sviluppo sufficiente di margini.

⁶ Cfr. Parte V Cap. 5.3

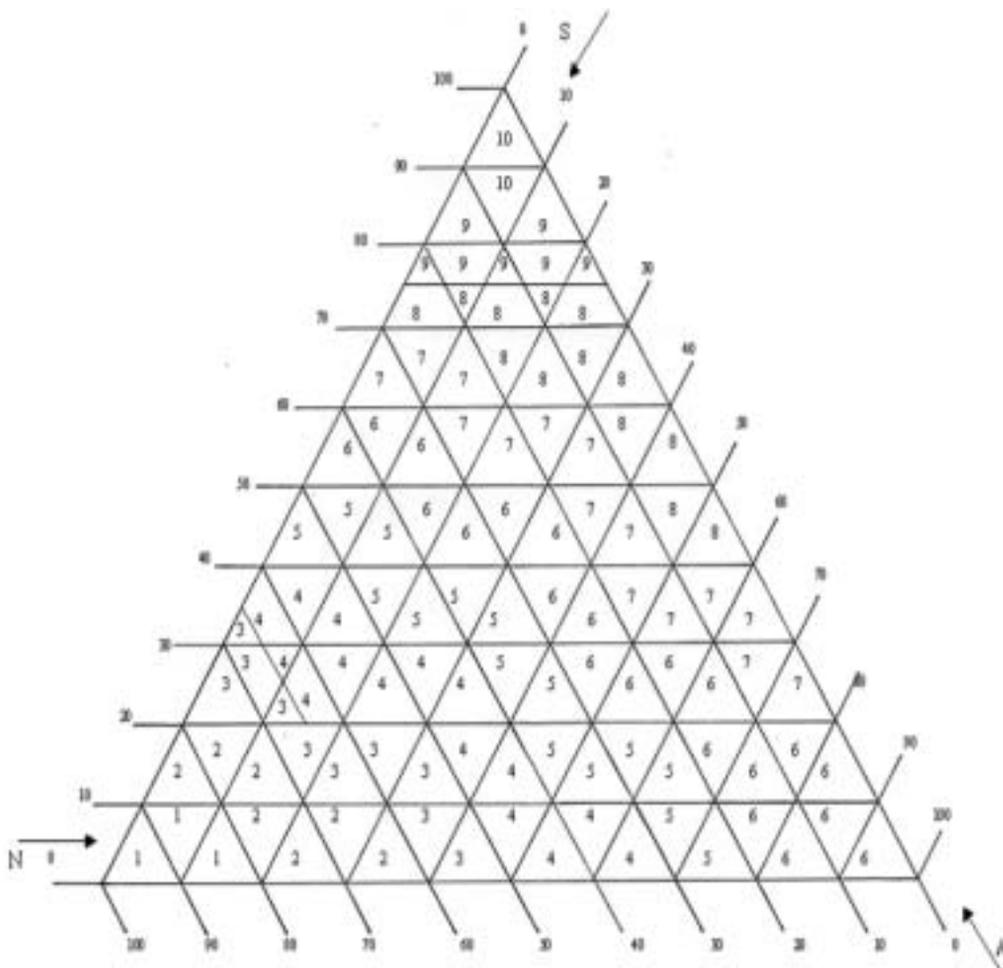


fig. 3.11- *Triangolo di naturalità*
(Boeris, Boano, Cattai, Crua, Isaia – ARPA Piemonte 2001)

- *Permeabilità esterna*

Questo indicatore permette di considerare l'effettiva capacità del biotopo di interagire con le componenti esterne e di svolgere funzioni connesse all'equilibrio ecologico delle aree vicine, entrando a far parte di una rete ecologica estesa su un ampio territorio, come richiede l'istituzione della rete di NATURA 2000. La probabilità di scambio dipende dalle caratteristiche del biotopo e delle zone marginali, che possono manifestare un diverso grado di permeabilità ai movimenti di specie animali, a seconda di quanto siano naturali.

Per quanto riguarda i livelli di sensibilità degli ecosistemi è necessario prendere in considerazione il livello di pregio intrinseco e la stabilità ecologica. La stabilità ecologica è definibile in generale nei termini della risposta dell'ecosistema ad una perturbazione e risulta quindi come la sommatoria di una molteplicità di attributi. In particolare può essere definita in funzione del grado resistenza del sistema alla perturbazione (stabilità), della capacità del sistema di riportarsi in condizioni di equilibrio grazie a meccanismi di autoregolazione (resilienza) e del tipo di risposta allo stimolo cioè rapidità, grandezza e tempo richiesto affinché la risposta decada determinando un ritorno delle proprietà del sistema ai valori iniziali (ampiezza o distanza ed elasticità). La valutazione del pregio intrinseco degli ecosistemi terrestri è imperniata sul concetto di naturalità, che esprime la misura dell'influenza dell'uomo sugli ecosistemi attraverso la stima degli effetti prodotti sui sistemi naturali dalle attività antropiche.

Una valutazione di impatto ambientale sulla componente strutturale dell'ecosistema può essere prospettata tenendo presente la possibile evoluzione della struttura della comunità secondo i seguenti punti:

- segnalazione della precoce scomparsa delle specie più sensibili al fattore di stress in gioco;
- modifica dei rapporti numerici delle specie presenti le variazioni osservate devono essere imputabili allo stress e non a fluttuazioni naturali.

La valutazione dell'impatto sull'efficienza dell'ecomosaico analizza l'effetto delle pressioni sulla presenza di reti ecologiche sotto il profilo dei seguenti aspetti:

- Principali barriere ecologiche
- Principali corridoi di collegamento ecologico
- Principali unità ecosistemiche di appoggio
- Sistemi di siepi e filari

Quando le distanze tra gli habitat naturali preferiti dagli animali diventano eccessive e le dimensioni dei biotopi rimasti disponibili diventano troppo limitate per sostenere popolamenti equilibrati, l'estinzione locale della specie interferita diventa un pericolo concreto. Tale rischio è evidente per le specie che si sottopongono a periodiche migrazioni riproduttive tra un ambiente e l'altro, senza le quali andrebbero incontro a fenomeni di deriva genetica.

3.7.4 Fonti di pressione e Pressioni

La maggior parte delle cause che modificano i fattori abiotici e la biodiversità di un ecosistema possono ricondursi direttamente o indirettamente all'intervento dell'uomo; il fattore maggiormente importante è come sempre la perdita reale di spazi vitali naturali a causa di una eccessiva urbanizzazione che, con tutte le attività ad essa connesse, genera anche emissioni di rumore, vibrazioni e luce artificiale.



Ulteriori minacce all'ecosistema provengono da quelle fonti come l'agricoltura intensiva, l'industria, gli impianti termoelettrici, servizi come smaltimento rifiuti e reti tecnologiche che possono liberare nel loro normale esercizio o in eventi accidentali (incidenti, disastri naturali) sostanze nocive.

Tra i principali protagonisti del cambiamento della qualità degli ecosistemi vi è l'agricoltura che agisce a livello del suolo (es. uso di fitofarmaci, modifiche strutturali del suolo), del patrimonio idrico (es. drenaggio e bonifica di aree umide, eutrofizzazione dei corpi idrici, captazioni di acque e canalizzazioni) e delle biocenosi (es. pascolo).

3.7.5 Impatti

Un elenco sintetico degli effetti che si possono registrare sulla componente biocenotica degli ecosistemi per l'azione delle pressioni antropiche può essere il seguente:

- Stress negli organismi
- Patologie che interessano le popolazioni
- Processi mutagenici e teratogeni
- Bioconcentrazione di inquinanti lungo le catene trofiche
- Eutrofizzazione
- Sviluppo di organismi dannosi all'agricoltura
- Sviluppo di microrganismi patogeni
- Sviluppo di parassiti dell'uomo o di loro vettori
- Sviluppo di organismi molesti

Più variegati invece sono gli effetti dell'alterazione delle componenti abiotiche. Generalmente l'urbanizzazione comporta le seguenti alterazioni delle condizioni ambientali rispetto all'ambiente circostante:

- Crescente isolamento di spazi vitali a causa delle vie di comunicazione
- Forte disturbo determinato dalla presenza costante dell'uomo e delle attività ad esso legate (emissioni di rumore e luce)

- Eutrofizzazione attraverso la concentrazione di sostanze nutritive (uomo, animali domestici)
- Formazione di isole di calore
- Incremento delle sostanze nocive
- Forte consumo di energia e di acqua.

Nelle zone urbane possono sopravvivere solo quelle specie che riescono a vivere in queste condizioni; nel medio-lungo termine si arriverà, a causa della crescente estensione di superfici urbanizzate, ad un inevitabile cambiamento della fauna e della flora dominanti. Gli effetti dell'inquinamento sono tanto più deleteri quanto più le sostanze sono in grado di provocare effetti letali ed incidere sul patrimonio genetico stesso (effetti mutagenici, teratogeni) e quanto più si accumulano nelle catene alimentari minacciando anche la propagazione della specie.

Tra i macroinquinanti vi sono sostanze non sempre nocive in sé ma in grado, se introdotte in grandi quantità nell'ambiente, di cambiare gli equilibri fisico-chimici delle matrici ambientali anche a notevole distanza dal punto di emissione.

Il significato di barriere quali strade, autostrade, recinzioni ed altre infrastrutture lineari, come elementi determinanti per la frammentazione dei biotopi e per la divisione di popolazioni appartenenti a una stessa specie è ormai un dato certo: popolazioni piccole e isolate tra loro non possono raggiungere in breve tempo una dimensione, la cosiddetta "minima popolazione vitale", tale da garantire la possibilità di vita poiché non esiste più o risulta estremamente limitato uno scambio genetico. Queste popolazioni regrediscono in breve tempo e in questo caso bisogna tener presente anche la responsabilità di diversi fattori endogeni ed esogeni (ad esempio, impoverimento genetico e conseguente inbreeding, carenza di capacità di adattamento, situazioni climatiche estreme).

Le pressioni generano tipologie di impatto molto differenziate in relazione ai fattori specifici di sensibilità delle unità ecosistemiche e si possono elencare i seguenti esempi:

- Modifiche significative nella struttura degli ecomosaici e presumibile alterazione della loro funzionalità
- Scomparsa di ecosistemi umidi di potenziale interesse in seguito al drenaggio idrico sulle aree di progetto
- Perdita complessiva di naturalità
- Frammentazione della continuità ecologica
- Interruzioni della continuità ecologica in ecosistemi di acqua corrente
- Impoverimento di compartimenti biocenotici di corsi d'acqua interferiti
- Eutrofizzazione di ecosistemi lacustri o marini



3.7.6 Risposte

Per la componente ecosistema vale quanto già detto per le altre componenti naturali (vegetazione e fauna) nei precedenti capitoli in merito alle possibilità di mitigazione degli impatti che fanno ampio riferimento alle tecniche di recupero ambientale, fatte salve le misure che anticipano e prevengono alla fonte le cause di riduzione o perdita di diversità biologica.

Considerazioni aggiuntive possono riguardare le opportunità di creare nuove unità ecosistemiche con funzioni di riequilibrio ecologico in ambienti poveri o artificiali attraverso interventi progettuali di recupero o di compensazione. Nelle zone eccessivamente artificiali non mancano in genere le occasioni di riequilibrio ecologico che vanno studiate anche attraverso azioni che incidono sulle condizioni abiotiche (equilibri fisico-chimici dei substrati, bilancio idrico) e sulle capacità di autodepurazione degli ecosistemi esistenti. Occorre in ogni caso considerare i tempi tutt'altro che brevi e i meccanismi complessi della costituzione e trasformazione degli ecosistemi.

Come risposta alla frammentazione dei biotopi, oltre alle misure specifiche per ridurre il rischio connesso all'effetto barriera (tunnel per anfibi, rettili o piccoli mammiferi o ponti verdi per grandi mammiferi) si può sviluppare l'idea di pianificare "una unione di biotopi" o una "rete di biotopi" attraverso interventi diffusi di collegamento con formazioni lineari arboreo-arbustive.

3.8 PAESAGGIO



3.8.1 Introduzione

Tra i termini che descrivono l'ambiente, quello di "paesaggio" è uno dei più controversi ed ambigui. Il paesaggio è stato di volta in volta considerato come sistema dei segni e dei significati di un territorio, come ambiente visibile, come sistema generale di relazioni tra gli elementi dell'ambiente.

Tali significati corrispondono a tre differenti approcci allo studio del paesaggio.

Il primo metodo di analisi è quello *storico-tipologico*, che fa riferimento ai valori di permanenza storica (vedi paragrafo 3.8.2) di un paesaggio modificato sistematicamente già in tempi lontani dalla presenza dell'uomo. In questo caso il paesaggio viene inteso nei suoi caratteri di associazione di elementi e di componenti fisiche e storiche, che rimandano ai modi di organizzare l'utilizzazione del territorio da parte delle comunità insediate nella zona e alla loro struttura economica e sociale.

Il secondo approccio riguarda la *struttura scenica* del paesaggio e la sua sensibilità alle trasformazioni, in riferimento alla percezione visiva degli elementi costitutivi del paesaggio, cioè alla mutua relazione fra la posizione di chi guarda ed alcune caratteristiche che si possono considerare oggettive.

Un terzo approccio prende in considerazione l'*articolazione ecologica* del paesaggio: esso viene inteso come porzione di territorio eterogenea composta da un insieme di ecosistemi interagenti che si ripete con struttura riconoscibile. E' questo il campo di indagine di una disciplina dell'ecologia di recente sviluppo (l'ecologia del paesaggio) in cui il paesaggio si configura come un livello di organizzazione superiore a quello dell'ecosistema.

3.8.2 Normativa in materia di VIA

La normativa di riferimento in materia di impatto ambientale, ed in particolare il DPCM 27/12/88 che definisce nel dettaglio i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale, in relazione alla componente "paesaggio" stabilisce che (all. 2, art. 5, punto I del DPCM 27/12/88):

Obiettivo della caratterizzazione della qualità del paesaggio con riferimento sia agli aspetti storico-testimoniali e culturali, sia agli aspetti legati alla percezione visiva, è quello di definire le azioni di disturbo esercitate dal progetto e le modifiche introdotte in rapporto alla qualità dell'ambiente. La qualità del paesaggio è pertanto determinata attraverso le analisi concernenti:

- a. il paesaggio nei suoi dinamismi spontanei mediante l'esame delle componenti naturali così come definite alle precedenti componenti;
- b. le attività agricole, residenziali, produttive, turistiche, ricreative, le presenze infrastrutturali, le loro stratificazioni e la relativa incidenza sul grado di naturalità presente nel sistema;
- c. le condizioni naturali e umane che hanno generato l'evoluzione del paesaggio;
- d. lo studio strettamente visivo o culturale-semiologico del rapporto tra soggetto ed ambiente, nonché, delle radici della trasformazione e creazione del paesaggio da parte dell'uomo;
- e. i piani paesistici e territoriali;
- f. i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

Nel presente contesto tra le varie accezioni vengono privilegiate le prime due, dove il termine "paesaggio" assume il significato di aspetto del mondo fisico così come percepito dai soggetti o dalle società che lo fruiscono, arricchito dai valori che su di esso proiettano i vari soggetti percipienti; in pratica è dato dall'insieme degli elementi che formano le composizioni visibili, dai beni culturali (antropici o ambientali) e dalle relazioni che li legano.

L'analisi e la valutazione della componente ecosistemica del paesaggio, considerata attraverso l'ecologia del paesaggio, viene di fatto trasferita nell'ambito della componente "ecosistemi".

Le informazioni richieste dal DPCM 27/12/88 ai fini della caratterizzazione della componente in oggetto sono organizzate secondo il modello DPSIR (Determinati - Pressioni - Stato - Impatti - Risposte), come illustrato in **fig 3.12**.

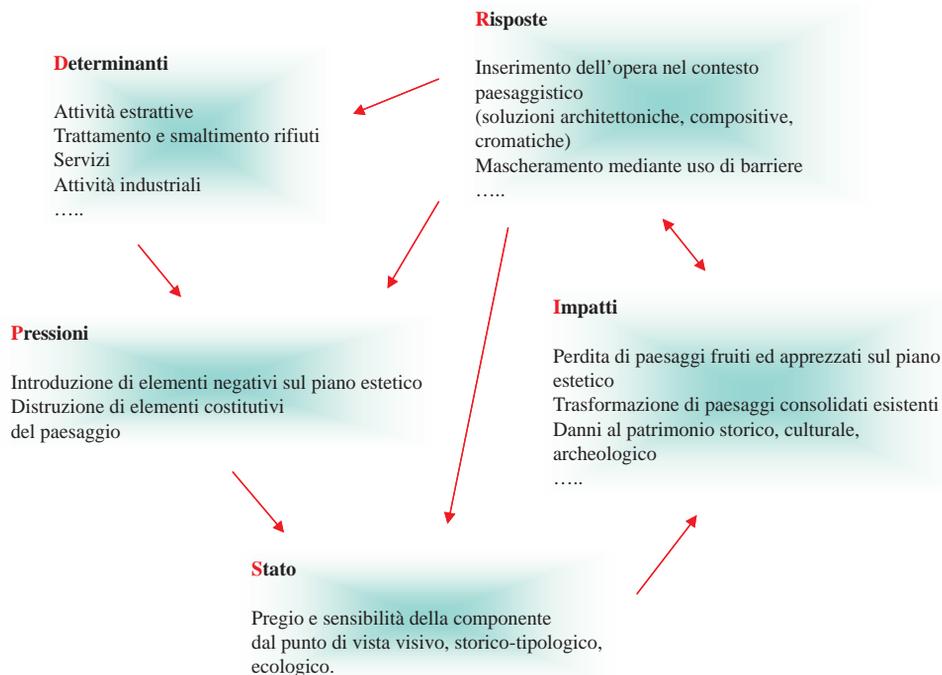


fig. 3.12 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente paesaggio.

3.8.3 Stato e Impatti

L'approccio metodologico adottato per lo studio del paesaggio individua i criteri e gli obiettivi dell'analisi dello stato della componente e degli impatti generati dalle azioni progettuali, che rappresentano le fonti di pressione agenti sul territorio.

Secondo l'accezione esteriorizzante del paesaggio è infatti possibile che, ove non venga alterato il "quadro naturale", non venga percepito un impatto viceversa rilevante secondo l'accezione ecologico-geografica. Ancora, grandi trasformazioni involutive del paesaggio in termini culturali e semiologici, ad esempio dati dall'abbandono dell'agricoltura in ambienti collinari, possono essere percepiti come varianti positive in termini di ecologia del paesaggio.

Di seguito vengono illustrati i due approcci metodologici che sono stati privilegiati nella presente trattazione.

Metodo di analisi dei valori di permanenza storica del paesaggio

Secondo questo approccio l'obiettivo dello Studio di Impatto Ambientale in relazione alla componente "paesaggio" è quello di valutare come l'opera in progetto in-

terferisca con il grado di conservazione degli elementi caratteristici dei diversi tipi di paesaggio e, di conseguenza, con il grado di permanenza della tipologia di paesaggio dell'area in cui si inserisce il progetto.

Lo studio può essere suddiviso in diverse fasi (Falini, Ciardini, 1986):

- Definizione delle strutture storiche e delle unità tipologiche del paesaggio nell'area di studio.
- Classificazione delle unità paesistiche in base al loro grado di permanenza e alla loro sensibilità.
- Valutazione delle interferenze del progetto proposto con il grado di permanenza e la sensibilità delle tipologie di paesaggio storico.

Le prime due fasi corrispondono alla caratterizzazione dello stato iniziale della componente in esame mentre la terza fase è relativa all'analisi degli impatti generati dalle azioni progettuali.

Dal punto di vista operativo la definizione delle strutture storiche e delle unità tipologiche del paesaggio nell'area di studio comporta l'individuazione delle variazioni topografiche del territorio nel tempo attraverso la redazione di una serie di mappe in grado di rappresentare l'evoluzione delle tipologie di paesaggio in periodi storici significativi. Alle tipologie individuate vanno riferiti gli elementi del paesaggio odierno (insediamenti abitativi, colture, strade, ecc...) distinti in elementi primari e secondari, così definiti:

- **elementi primari:** elementi che caratterizzano la tipologia di paesaggio e la cui modificazione comporterebbe un'alterazione della tipologia;
- **elementi secondari:** elementi che possono essere modificati senza sostanziali conseguenze sulla caratterizzazione tipologica del paesaggio.

Una volta individuate le tipologie di paesaggio ed attribuito ad esse gli elementi primari e secondari, occorre valutare il grado di conservazione delle unità paesistiche; questo comporta l'individuazione del grado di conservazione degli elementi caratterizzanti il paesaggio e, quindi, l'identificazione delle modificazioni subite nel tempo (costruzioni, demolizioni, restauri, ecc..).

La sensibilità del tipo di paesaggio risulta correlata al suo grado di permanenza: più sono gli elementi integri che il paesaggio conserva e maggiore è la sua sensibilità.

Descritto lo stato del paesaggio (grado di permanenza e sensibilità), il passo successivo comporta un'analisi dell'opera in progetto ai fini di valutarne le pressioni sulla componente in esame. Si tratta in pratica di identificare le attività e azioni progettuali che interferiscono sugli elementi primari e secondari del paesaggio; l'impatto che risulta da tale interferenza sarà tanto più grave quanto migliore è il loro stato di conservazione e, quindi, quanto maggiore è la sensibilità del paesaggio.

Metodo di analisi della qualità visiva

Secondo questo approccio l'obiettivo dello studio di impatto ambientale, in relazione alla componente in oggetto, è valutare come l'opera in progetto altera la qualità visiva del paesaggio all'interno del quale si inserisce.

L'analisi dello stato della componente antecedente la realizzazione dell'opera sarà pertanto rivolta all'identificazione delle aree di maggior pregio dal punto di vista visivo che corrisponderanno alle aree di maggiore sensibilità.

Lo studio del territorio oggetto dell'intervento viene effettuato attraverso la sua suddivisione in aree omogenee dal punto di vista visivo oppure in aree di dimensioni standard, ottenute mediante suddivisione del territorio con una griglia a maglie regolari. A ciascuna area viene attribuito un valore che deriva dall'aggregazione dei punteggi assegnati a ciascuno degli elementi che la caratterizzano (morfologia, uso del suolo, urbanizzazione, formazioni vegetali, presenza di detrattori della qualità visiva ecc.) oppure dall'analisi delle vedute più significative.

Una volta caratterizzato lo stato della componente, il passaggio successivo dell'analisi ambientale è la sovrapposizione dell'opera in progetto alla situazione zero. L'analisi dell'impatto visivo deve riguardare tutte le opere architettoniche e di sistemazione ambientale che costituiscono l'intervento, deve esaminarne le qualità formali e i caratteri dimensionali e cromatici in relazione con il paesaggio circostante e consentire il loro inserimento ambientale, indicando tutti quei correttivi che risultano necessari.

Possibili impatti negativi a carico della componente "paesaggio", inteso nelle due accezioni descritte, sono¹:

- Alterazione del paesaggio per l'introduzione di nuovi elementi negativi con conseguente perdita di paesaggi fruiti ed apprezzati sul piano estetico.
- Perdita di tessuti paesaggistici culturalmente importanti.
- Danni o rischi per il patrimonio storico, culturale, archeologico.
- Trasformazione di paesaggi consolidati esistenti.
- Ulteriore artificializzazione di paesaggi già degradati.
- Interferenze con le condizioni di fruizione del patrimonio storico-culturale esistente.

3.8.4 Fonti di pressione e Pressioni

Secondo quanto detto, l'individuazione delle fonti di pressione sul paesaggio, ovvero le fonti di alterazione del suo stato, e la quantificazione delle pressioni conse-

¹ Schmidt P., Malcevski S., Guida pratica agli studi di impatto ambientale, Il Sole 24 ore, 1998, p. 171

guenti, sono ampiamente influenzate dall'approccio metodologico e culturale, ovvero dalle formalizzazioni con cui il paesaggio viene descritto.

In generale tutta l'attività antropica (agricoltura, attività estrattive, urbanizzazione ecc.) agisce come fonte di trasformazione del paesaggio; tuttavia queste trasformazioni hanno tempi di attuazione molto differenti in funzione della quantità di energia apportata dall'esterno; inoltre fasi di trasformazione relativamente veloci si alternano a situazioni di trasformazione lenta o progressiva. La persistenza per lunghi periodi di un determinato stato del paesaggio, anche dopo trasformazioni importanti, è un elemento che riduce la percezione dell'esistenza attuale o passata di fonti di pressione.

Esempi di fonti di pressione che agiscono sulla componente in oggetto sono²:

- Interventi che per localizzazione, dimensioni, aspetti formali siano potenzialmente intrusivi, dotati di un elevato grado di visibilità.
- Interventi che per localizzazione, dimensioni, aspetti formali siano in grado di produrre ostruzioni di visuali paesaggistiche di pregio.
- Interventi che determinano alterazioni dei caratteri connotativi del paesaggio (attraverso la modificazione di singoli elementi o della loro composizione).
- Interventi che distruggono elementi caratterizzanti del paesaggio o il loro tessuto relazionale.
- Interventi che alterano profondamente la morfologia del territorio, quali ad esempio sbancamenti per infrastrutture di trasporto, attività estrattive ecc.
- Interventi di trasformazione dell'uso del suolo su ampie superfici, quali ad esempio aeroporti, discariche ecc.
- Interventi che comportano immissioni visibili nell'acqua o nell'atmosfera.

Tra le fonti di pressione e quindi di trasformazione del paesaggio va annoverata anche la sospensione di attività umane indotta dai cambiamenti della struttura socioeconomica: se dal punto di vista naturalistico l'abbandono dell'agricoltura, ad esempio, può essere valutato positivamente in quanto viene permesso di esplicitarsi alla dinamica naturale della vegetazione naturale, d'altro canto il paesaggio percepito e strutturato perde rapidamente di qualità.

In alcune situazioni la perdita di componenti costitutive del paesaggio come pascoli o prati in contesti boscati è valutabile in termini negativi non solo dal punto di vista paesaggistico ma anche dal punto di vista ecologico, come perdita di variabilità negli habitat.

² Schmidt P., Malcevski S., Guida pratica agli studi di impatto ambientale, Il Sole 24 ore, 1998, p. 172.

3.8.5 Risposte

In seguito all' identificazione e stima degli impatti potenziali generati dalla realizzazione dell'opera in progetto lo Studio di Impatto Ambientale deve prevedere misure di mitigazione per ridurre l'impatto dell'intervento sulla componente in esame.



In presenza di più *alternative localizzative* è preferibile evitare la realizzazione dell'opera in aree ad elevata sensibilità intrinseca (aree di particolare pregio dal punto di vista paesaggistico).

Possibili misure di mitigazione più strettamente riferite alle *modalità di realizzazione* dell'opera riguardano:

- Inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico mediante scelta di soluzioni architettoniche, compositive e cromatiche in accordo con quelle prevalenti all'interno dell'area ristretta e vasta di intervento.
- Utilizzo di barriere, quali ad esempio barriere arboree, per mascherare l'opera e ridurre la visibilità da diversi punti di vista.
- Adozione di tutti gli accorgimenti necessari per evitare il danneggiamento, in fase di realizzazione ed esercizio dell'opera, di elementi di pregio dal punto di vista storico, culturale e archeologico.

Misure di compensazione a vantaggio della componente paesaggio possono prevedere, ad esempio il ripristino di contesti paesaggistici di pregio e il restauro di elementi danneggiati di valore storico-culturale.

Più in generale, andando oltre il campo della valutazione di impatto ambientale, si possono considerare le risposte di tipo normativo volte alla tutela del paesaggio.

In Italia le risposte di tipo normativo sono rivolte essenzialmente alla tutela del paesaggio quale percezione del "quadro naturale" attraverso il "vincolo paesaggistico"; sono state così storicamente vincolate alcune limitate porzioni di territorio. Lo stesso strumento normativo è stato poi utilizzato per la tutela di più vaste aree qualificate per la loro natura di beni ambientali diffusi piuttosto che per speciali caratteristiche scenico-percettive.

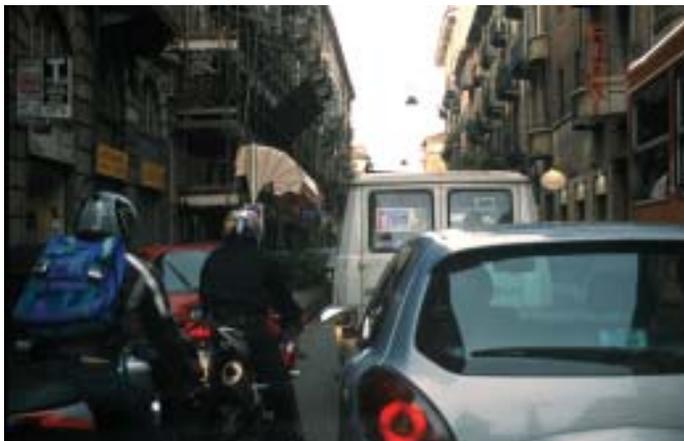
La tutela di manufatti storici o artistici, con eventuale annessione di piccole porzioni di territorio contermini, concorre al mantenimento di alcuni elementi importanti nel paesaggio.

3.9 CLIMA FISICO - RUMORE E VIBRAZIONI -

3.9.1 Introduzione

Rumore

Il suono è un fenomeno complesso determinato dall'accadimento di due eventi separati in tempi successivi. Il primo fenomeno è di carattere strettamente fisico ed è l'effetto della vibrazione molecolare emessa da una sorgente sonora e



da questa trasmessa ad un mezzo elastico (solido, liquido o gassoso), che ne permette la propagazione sotto forma di un'onda sinusoidale avente caratteristiche definite di ampiezza e periodicità. Tale propagazione soddisfa le leggi della teoria ondulatoria: il fenomeno vibratorio mette in moto le particelle del mezzo, le quali iniziano ad oscillare attorno alla posizione di equilibrio; la vibrazione di ogni particella trasmette alle particelle adiacenti una certa quantità di moto che ne permette la relativa oscillazione; il moto, e dunque l'onda sonora, caratterizzata da un'alternanza di compressioni e depressioni e da un contenuto energetico, si propagano dunque di particella in particella, fino ad un eventuale ricettore.

Il secondo fenomeno, di carattere psicofisico e quindi soggettivo, è individuabile nella sensazione che il cervello elabora come risposta alla pressione sonora che agisce sul timpano all'interno dell'orecchio. L'uomo percepisce vibrazioni con frequenza compresa tra i 20 Hz e i 20.000 Hz, mentre molte specie di animali percepiscono suoni con frequenza anche più elevata (ultrasuoni). Ad ogni frequenza sonora corrisponde un'intensità percepibile variabile da individuo ad individuo ed espressa in dB (Decibel) e dB(A)¹. L'orecchio umano inizia a percepire un tono di 0 dB come una

¹ Ai sensi del D.L. 277/91 riferiti al Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A". Essendo l'orecchio umano più sensibile a certe frequenze piuttosto che ad altre, sono state create delle curve di "pesatura" che adattano la risposta degli strumenti di misura del suono alla sensibilità propria dell'orecchio. La curva generalmente più utilizzata è quella denominata "A", che tiene conto della scarsa sensibilità ai suoni a bassa frequenza (lavatrice, condizionatore, ventole, ecc.) rispetto a quelli con frequenza medio-alte (parlato, suoneria del telefono, clacson, ecc.).

sensazione intermittente chiamata soglia di udibilità, e all'aumentare dell'intensità di un suono aumenta la sensazione sonora, finché diventa dolorosa ed insopportabile al limite di 120 dB.

In base alla regolarità delle loro caratteristiche di fase e di ampiezza i fenomeni sonori vengono distinti in suoni e rumori, definendo questi ultimi come segnali sonori completamente casuali costituiti da un numero infinito di componenti, ciascuna con caratteristiche di vibrazione non periodiche. Dal punto di vista sanitario viene chiamato rumore ogni suono o insieme di suoni che risulti sgradito o addirittura nocivo all'orecchio umano.

Lo stato complessivo del rumore, dipendente dai valori di frequenza ed intensità sonora, associato ad una situazione ambientale definita determina l'ambiente sonoro e può essere considerato una risorsa più o meno pregiata. Si pensi alle onde sonore prodotte in un concerto, o ad una situazione di valore turistico legata a rumori particolari (per esempio nelle vicinanze di una cascata).

Sino in tempi recenti l'inquinamento acustico è stato sempre trascurato rispetto alle altre forme di inquinamento ambientale poiché determina effetti poco evidenti nel breve termine, sebbene le statistiche indichino il rumore come una delle cause principali del peggioramento della qualità della vita nelle città extraurbane e rurali che interagiscono con importanti infrastrutture di trasporto. L'incidenza dell'inquinamento da rumore varia a seconda delle dimensioni e delle caratteristiche dei centri abitati (urbani o extraurbani), degli insediamenti produttivi, del traffico, della densità demografica nonché della stessa posizione geografica dei siti interferiti.

Vibrazioni

Ogni elemento strutturale di una macchina o di una apparecchiatura, di qualsiasi materiale esso sia costituito, possiede una propria massa ed una propria elasticità, funzione dello stato di aggregazione che lo compone. Per effetto delle sollecitazioni meccaniche e sfruttando queste sue caratteristiche, esso è in grado di immagazzinare energia potenziale, che può cedere sotto forma di energia di moto, producendo vibrazioni. L'innescò, overosia l'eccitazione di tali vibrazioni, viene dato non solo dalle forze variabili createsi durante il funzionamento all'interno della macchina stessa, ma anche da quelle provocate da macchine e sistemi funzionanti nell'ambiente circostante.

Da un punto di vista prettamente fisico le vibrazioni possono essere differenziate in funzione dei valori di frequenza, lunghezza d'onda, ampiezza, velocità e accelerazione. La valutazione del clima vibrazionale viene raramente presa in considerazione, a causa della difficoltà di percepire e rilevare gli effetti prodotti da una eventuale alterazione dello stesso. In alcune particolari situazioni diventa tuttavia importante misurare e controllare le emissioni di vibrazioni legate alle realizzazioni di nuove opere in progetto o al funzionamento di macchinari il cui utilizzo (nelle fasi di can-



tiere, esercizio o dismissione) è ad esse connesso, in particolare nei casi in cui nell'area di intervento siano presenti recettori sensibili, spesso rappresentati da ponti, monumenti o edifici in genere.

3.9.2 Normativa in materia di VIA

Gli aspetti generali relativi alla caratterizzazione della qualità ambientale della componente Rumore e Vibrazioni possono essere ricondotti ai contenuti del DPCM 27/12/1988, il quale specifica che (all.2 art.5 punto G):

La caratterizzazione della qualità dell'ambiente in relazione al rumore dovrà consentire di definire le modifiche introdotte dall'opera, verificarne la compatibilità con gli standards esistenti, con gli equilibri naturali e la salute pubblica da salvaguardare e con lo svolgimento delle attività antropiche nelle aree interessate, attraverso:

- a. la definizione della mappa di rumorosità secondo le modalità precisate nelle norme internazionali ISO 1996/1 e 1996/2 e la stima delle modificazioni a seguito della realizzazione dell'opera;
- b. la definizione delle fonti di vibrazioni con adeguati rilievi di accelerazione nelle tre direzioni fondamentali e con caratterizzazione in termini di analisi settoriale ed occorrenza temporale secondo le modalità previste nella Norma internazionale ISO 2631.

Le informazioni richieste dal DPCM 27/12/1988 ai fini di una caratterizzazione ambientale della componente analizzata sono organizzate mediante il metodo DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte), secondo lo schema esposto in fig. 3.13.

3.9.3 Stato

Sebbene il DPCM 27/12/88 preveda che i due aspetti della componente ambientale Rumore e Vibrazioni possano essere definiti congiuntamente, le descrizioni relative allo stato del clima acustico e di quello vibrazionale si differenziano per il tipo di grandezze rappresentative e conseguentemente per il tipo di strumenti utilizzati e di misure rilevate. Per tale ragione la descrizione dello stato di tali aspetti peculiari della componente viene di seguito affrontata separatamente. Ciò nonostante la valutazione dell'ambiente acustico e vibrazionale non può prescindere dalla definizione dello stato esistente delle aree coinvolte dall'attuazione del progetto in analisi. I fattori specifici di vulnerabilità esistente relativi ad entrambi gli aspetti della componente ambientale in analisi possono essere individuati nei seguenti:

- intensità dei livelli sonori già esistenti nell'ambiente considerato;
- intensità delle vibrazioni già esistenti nell'ambiente considerato;
- sensibilità specifica delle presenze umane nelle unità ambientali interferite;
- sensibilità specifica dei manufatti interferiti.

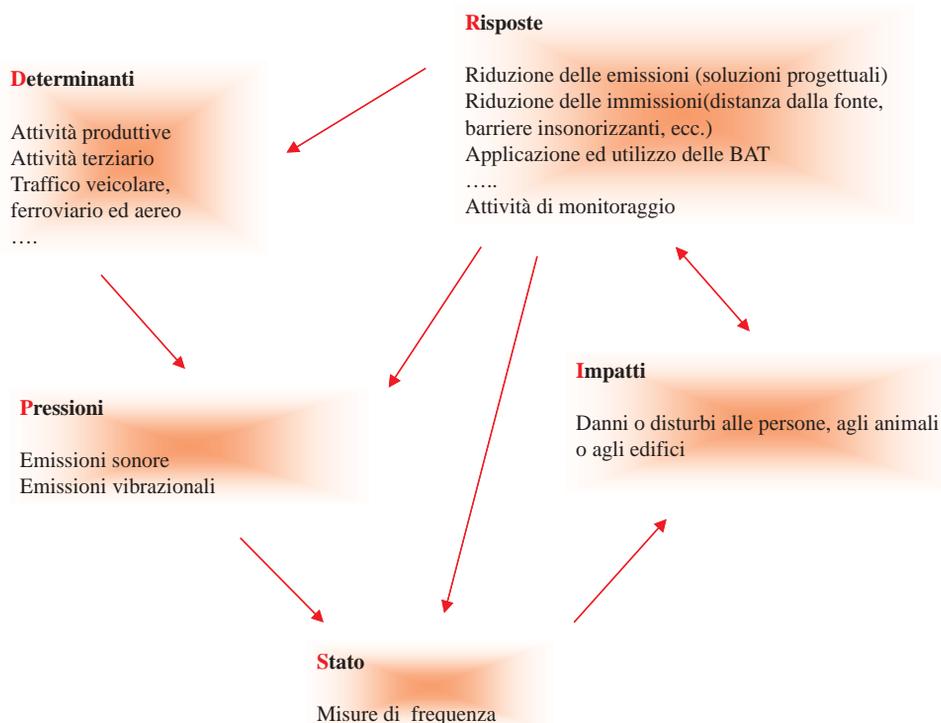


fig. 3.13 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente Rumore e Vibrazioni

Rumore

La misura del rumore viene effettuata con appositi strumenti il cui principio base è quello di rilevare in continuo il valore del livello sonoro e definire il valore di livello medio riferito ad un dato intervallo di tempo, per mezzo di un sistema di memorizzazione ed integrazione delle misure rilevate: tali strumenti sono detti *Fonometri Integratori* o *Dosimetri* e forniscono il valore di pressione sonora equivalente $LeqA$ (dBA). La normativa vigente prescrive la misura dei livelli equivalenti di rumore per i periodi diurno e notturno, e indica i valori limite di riferimento. Possono essere rilevati altri tipi di grandezze acustiche: livelli equivalenti per durate che dipendono dal tipo di sorgente e delle informazioni richieste, livelli massimi, livelli percentili, caratteristiche spettrali per banda di frequenza. Dal momento che i rumori possono essere di tipo continuo (stazionari) o impulsivo, ai fini della valutazione ambientale a volte è più significativa la misura del valore istantaneo del livello sonoro (esplosioni nelle cave, p.e.). Talvolta deve essere indagato anche l'andamento temporale, la presenza o meno di toni puri e/o l'impulsività del segnale, in quanto diversi sono gli interventi da programmare a seconda delle casistiche in esame. I dati riguardanti i livelli acustici rilevati in stazioni significative e le principali sorgenti di rumore vengono poi raccolti e rappresentati per mezzo di tabelle, grafici e infine cartografie tematiche, sulle quali le linee rappresentative sono le isofoniche (luoghi di punti ad ugual valore di livello sonoro).

Vibrazioni

Il rilievo delle vibrazioni eventualmente prodotte dal progetto attuato o in corso di realizzazione deve avvenire in stazioni significative ai fini dell'analisi, ovvero in prossimità di siti sensibili potenzialmente coinvolti. Tale rilievo avviene per mezzo di opportune misure di frequenza e può essere di tipo statico o di tipo dinamico, con confronto tra valori teorici e valori sperimentali. La misura statica può avere valenza significativa nel collaudo di strutture sulle quali è difficoltosa l'esecuzione di una prova sperimentale in campo dinamico ed i valori rilevati possono venire utilizzati per la calibrazione di modelli teorici. Le metodologie usate correntemente per la caratterizzazione della componente vibrazioni non prevedono la realizzazione di specifiche carte sullo stato di fatto, tuttavia è possibile rappresentare su carte tematiche le linee di uguale intensità di vibrazione. Così come per i rilievi acustici, la caratterizzazione dei livelli vibrazionali si basa sulla stima di misure di frequenza.

3.9.4 Fonti di pressione e Pressioni

Nello studio dell'ambiente sonoro e di quello vibrazionale le sorgenti di pressione possono essere distinte in fisse, come gli insediamenti produttivi o le attività terziarie, e mobili, costituite dal traffico veicolare, ferroviario e aereo. In particolare gli interventi critici per la produzione di rumore possono essere riassunti nei seguenti:

- Impianti con elementi costitutivi (es. turbine), capaci di emettere elevati quantitativi di vibrazioni, in particolare:
 - Centrali elettriche
 - Acciaierie
 - Officine meccaniche
- Interventi che comportano cantieri di consistenti dimensioni, col conseguente impiego di ruspe e automezzi pesanti
- Interventi che comportano la demolizione di edifici esistenti o manti stradali
- Interventi che comportano trivellazioni nel sottosuolo
- Interventi che comportano consistenti volumi di traffico pesante su particolari tratti stradali
- Infrastrutture inducenti grandi volumi di traffico in particolare di automezzi pesanti, in particolare:
 - Ferrovie
 - Strade di grande percorrenza

La criticità di tali interventi è funzione delle specifiche tecnologie utilizzate nel ciclo produttivo dell'attività, quali ad esempio esplosioni in azioni di sbancamento, compressori, turbine, automezzi pesanti, locomotori ferroviari, aeroplani ed elicotteri, ecc. Per ciò che riguarda l'emissione e la trasmissione di vibrazioni, particolare attenzione va rivolta agli impianti con elementi costitutivi capaci di emettere elevati quantitativi di vibrazioni (es. turbine e compressore).

La quantificazione degli effetti indotti dalle emissioni di tipo sonoro o vibrazionale può essere attuata attraverso l'utilizzo di modelli per la stima della diffusione spaziale del fattore rispetto ai punti di emissione, mediante l'elaborazione di carte tematiche (sulla quali vengono rappresentate le isofoniche e linee di trasmissione delle vibrazioni) e le informazioni relative al numero di abitazioni e/o di persone coinvolte dal fattore.

3.9.5 Impatti

Le valutazioni relative alle variazioni indotte dall'intervento sull'ambiente sonoro e vibrazionale presentate all'interno di uno Studio di Impatto Ambientale devono riguardare principalmente gli effetti sulla salute umana e sulla fauna.

Gli effetti negativi sull'ambiente causati dall'inquinamento da rumore e vibrazioni interessano gli edifici, specialmente monumenti ed immobili antichi, più vulnerabili, mentre sull'uomo tali effetti si distinguono solitamente in danno, disturbo ed annoyance (fastidio). Un incremento dei livelli di pressione sonora e l'esposizione a tali livelli per periodi continuativi nel tempo può causare danni o disturbi alla popolazione umana ed animale, questi ultimi manifestandosi anche sotto forma di stress e stanchezza psicofisica.

La nocività delle vibrazioni dipende dalle caratteristiche e dalle condizioni in cui vengono trasmesse: estensione della zona di contatto con l'oggetto che vibra (mani, piedi, glutei,...), frequenza della vibrazione, direzione di propagazione, tempo di esposizione. Gli effetti nocivi interessano nella maggior parte dei casi, sulla base di dati statistici, le ossa e le articolazioni della mano, del polso e del gomito; sono anche facilmente riscontrabili affaticamento psicofisico e problemi di circolazione.

La quantità e dalla qualità delle emissioni sonore generate dallo sviluppo di un intervento determinano la criticità intrinseca della realizzazione, ma più frequentemente deve essere valutata la criticità cumulativa se il progetto prevede la realizzazione di un numero elevato di interventi puntuali che singolarmente presi non producono un inquinamento significativo (per esempio strade con elevato volume di traffico pesante).

Le vibrazioni possono essere causa, oltre che di disturbo per gli utenti degli edifici, di riduzione della loro efficienza operativa e di malfunzionamento e danneggiamenti delle apparecchiature utilizzate, anche di pericolo per la stessa integrità strutturale o architettonica degli edifici nonché per la sicurezza degli occupanti. Le normative ISO 2631 UNI 9614 contengono disposizioni inerenti la valutazione del disturbo alle persone, mentre per la valutazione degli effetti sulle strutture si rimanda alle normative ISO 4688 e UNI 9916.

In **tab. 3.4** sono riassunti gli elementi georeferenzabili e le unità ambientali maggiormente significative ai fini di una valutazione ambientale del clima acustico e vibrazionale.

	Elementi georeferenzabili	Unita' ambientali sensibili
RUMORE	Stazioni rappresentative per il rilevamento di impulsi sonori Linee isofoniche Sorgenti sonore	Scuole Ospedali Zone residenziali Zone Turistiche Zone con presenza continuativa di persone
VIBRAZIONI	Stazioni rappresentative per il rilevamento di vibrazioni Linee di uguale intensità di vibrazione	Monumenti potenzialmente lesionabili Ponti Edifici in genere

tab. 3.4 - Elementi georeferenzabili ed unità ambientali sensibili



3.9.6 Risposte

Gli impatti sulla componente Rumore e Vibrazioni, principalmente costituiti dall'alterazione dei livelli di pressione sonora e vibrazionale, possono essere mitigati mediante soluzioni di tipo localizzativo nei casi in cui nell'area interessata dall'intervento in esame siano presenti livelli pregressi di degrado del clima acustico vibrazionale, poiché tale degrado verrebbe ulteriormente amplificato dalla nuova opera in progetto. Si possono poi individuare soluzioni alternative, le quali possono agire riducendo direttamente il livello di emissioni, per mezzo dell'adozione di specifiche soluzioni progettuali e tecniche o di immissioni, aumentando la distanza dalla fonte, realizzando barriere insonorizzanti.

Le misure di ordine tecnico devono tendere a diminuire la formazione di rumore e vibrazioni da parte di macchine e attrezzi (primariamente in sede di progettazione, con controlli periodici sul macchinario), e successivamente a limitarne la propagazione diretta e indiretta sull'individuo (utilizzando adeguati dispositivi di protezione individuali) o sul territorio.

3.9.7 Azioni di sostenibilità ambientale applicabili alla VIA relative alla componente Rumore e Vibrazioni

Nelle aree urbane si è verificato negli ultimi anni un incremento dei livelli di rumorosità che, in numerosi casi, hanno superato i limiti di tollerabilità. L'inquinamento acustico (e conseguentemente quello vibrazionale) si è diffuso nello spazio, interessando quartieri periferici e suburbani, e nel tempo, estendendo la propria influenza anche alle ore notturne, ai giorni festivi e alla fascia temporale delle attività ricreative.

Nelle aree metropolitane l'inquinamento da rumore raggiunge i livelli più elevati e determina l'insorgenza di fastidi e di danni nelle zone a più intensa attività dove è maggiore anche l'inquinamento dell'aria. La contaminazione da rumore è massima in corrispondenza delle sedi stradali e dei siti industriali mentre all'interno degli edifici civili generalmente presenta minore intensità. L'esposizione al rumore varia considerevolmente da una città all'altra e da un quartiere all'altro di una stessa città in funzione dei diversi stili di vita ed abitudini, ma spesso il problema della qualità del clima acustico e vibrazionale è sottovalutato dagli stessi soggetti esposti, forse per un'inevitabile assuefazione. Non presentando fenomeni di accumulo, sembra non avere implicazioni per il futuro. Al contrario i danni indotti dal rumore, riassumibili nell'irreversibile innalzamento della soglia uditiva, costituiscono una pesante eredità che compromette irrimediabilmente i rapporti tra le persone, rendendo difficile l'apprendimento e le comunicazioni, la vita sociale.

Le azioni atte a garantire la sostenibilità ambientale² dello sviluppo relativamente alla componente Rumore e Vibrazioni hanno come fine primario la riduzione generalizzata delle emissioni e dell'esposizione con riferimento alle diverse aree urbane, attraverso il pronto allineamento ai limiti imposti dalla legge nazionale. Occorre inoltre ridurre significativamente la percentuale della popolazione esposta a livelli acustici e vibrazionali eccessivi.

Secondo i principi dell'Unione Europea il processo di governo dell'ambiente urbano dal punto di vista acustico ha quattro priorità:

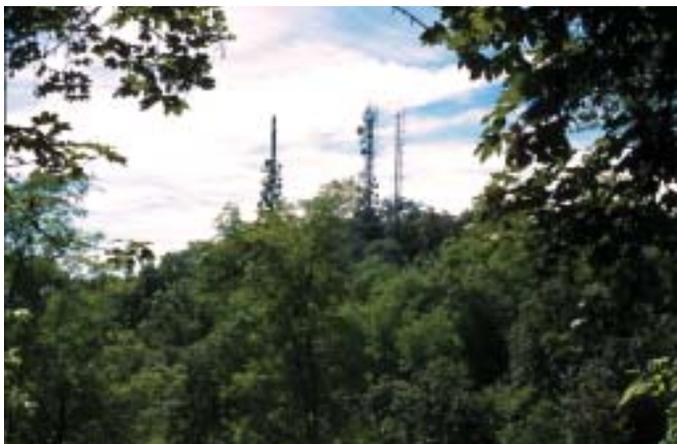
- la zonizzazione acustica, cioè la suddivisione del territorio in aree urbanisticamente omogenee e soggette a limiti acustici differenziati;
- la mappatura acustica, consistente nell'acquisizione di dati acustici correlati al territorio da confrontare con i limiti di zonizzazione acustica del punto precedente;
- la realizzazione di "mappe del rischio", che consentano di valutare l'effettivo impatto sanitario sulle popolazioni esposte;
- la pianificazione degli interventi di risanamento, in particolare indirizzati alle infrastrutture come aeroporti, strade e ferrovie.

² Cfr. parte I, paragrafo 1.1.2

3.10 RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI

3.10.1 Introduzione

La radiazione può essere definita come l'insieme di granuli o quanti di energia emessi da un sistema fisico e suscettibili di essere parzialmente o totalmente assorbiti, riflessi o diffusi da parte di un altro sistema fisico. La radiazione elettromagnetica è caratterizzata da un dualismo onda-corpuscolo¹, dovuto al carattere corpuscolare dei fenomeni di emissione ed assorbimento unitamente alla natura ondulatoria dei fenomeni di diffrazione, interferenza, ecc.



Ogni onda elettromagnetica è definita da un valore di lunghezza d'onda e di frequenza di oscillazione², in funzione della quale vengono definiti tutti i tipi di radiazione.

L'insieme di tutte le possibili onde elettromagnetiche, al variare della frequenza, viene chiamato *spettro elettromagnetico* (fig. 3.14).

Lo spettro di frequenze è suddiviso in due regioni, alle quali corrispondono le due tipologie di radiazioni in esame, a seconda che l'energia trasportata dalle onde elettromagnetiche sia o meno sufficiente a ionizzare gli atomi, ossia a provocare la liberazione di un elettrone con conseguente formazione di uno ione positivo:

- **Radiazioni non ionizzanti** (NIR = Non Ionizing Radiations)
- **Radiazioni ionizzanti** (IR = Ionizing Radiations)

In particolare, al crescere della frequenza si passa dalle radiazioni non ionizzanti, che comprendono le frequenze fino alla luce visibile, alle radiazioni ionizzanti, con frequenze comprese tra la luce ultravioletta ed i raggi gamma.

¹ I componenti di una radiazione sono solitamente costituiti da quanti di piccola entità, perciò possono essere assimilati, secondo i principi della meccanica quantistica, a particelle.

² La frequenza coincide con il numero di oscillazioni compiute in un secondo dall'onda e si misura in cicli/secondo o Hertz (Hz).

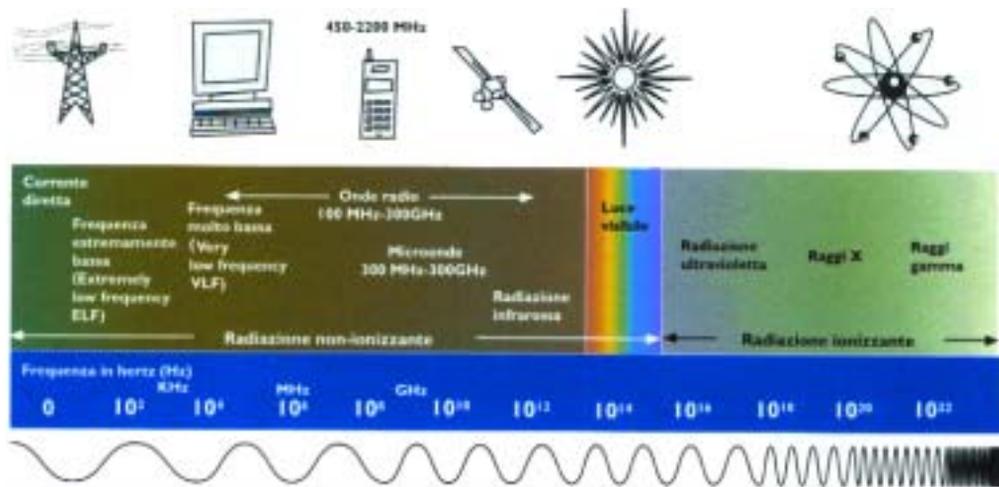


fig. 3.14 - Spettro elettromagnetico delle frequenze (fonte: www.arpa.veneto.it)

3.10.2 Normativa in materia di VIA

Relativamente alla valutazione ambientale delle componenti Radiazioni Ionizzanti e Non ionizzanti i contenuti del DPCM 27/12/88 stabiliscono che (all.2 art. 5 punto H):

La caratterizzazione delle qualità dell'ambiente in relazione alle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti dovrà consentire la definizione delle modifiche indotte dall'opera, verificarne la compatibilità con gli standard esistenti e con i criteri di prevenzione di danni all'ambiente ed all'uomo, attraverso:

- la descrizione dei livelli medi e massimi di radiazioni presenti nell'ambiente interessato, per cause naturali ed antropiche, prima dell'intervento;
- la definizione e caratterizzazione delle sorgenti e dei livelli di emissioni di radiazioni prevedibili in conseguenza dell'intervento;
- la definizione dei quantitativi emessi nell'unità di tempo e del destino del materiale (tenendo conto delle caratteristiche proprie del sito) qualora l'attuazione dell'intervento possa causare il rilascio nell'ambiente di materiale radioattivo;
- la definizione dei livelli prevedibili nell'ambiente, a seguito dell'intervento sulla base di quanto precede, per i diversi tipi di radiazione;
- la definizione dei conseguenti scenari di esposizione e la loro interpretazione alla luce dei parametri di riferimento rilevanti (standards, criteri di accettabilità, ecc.).

Nel presente contesto l'analisi della componente è stata effettuata secondo il modello DPSIR (Determinanti – Pressioni – Stato – Impatti – Risposte) applicato alla valutazione di impatto ambientale, come illustrato in fig. 3.15.

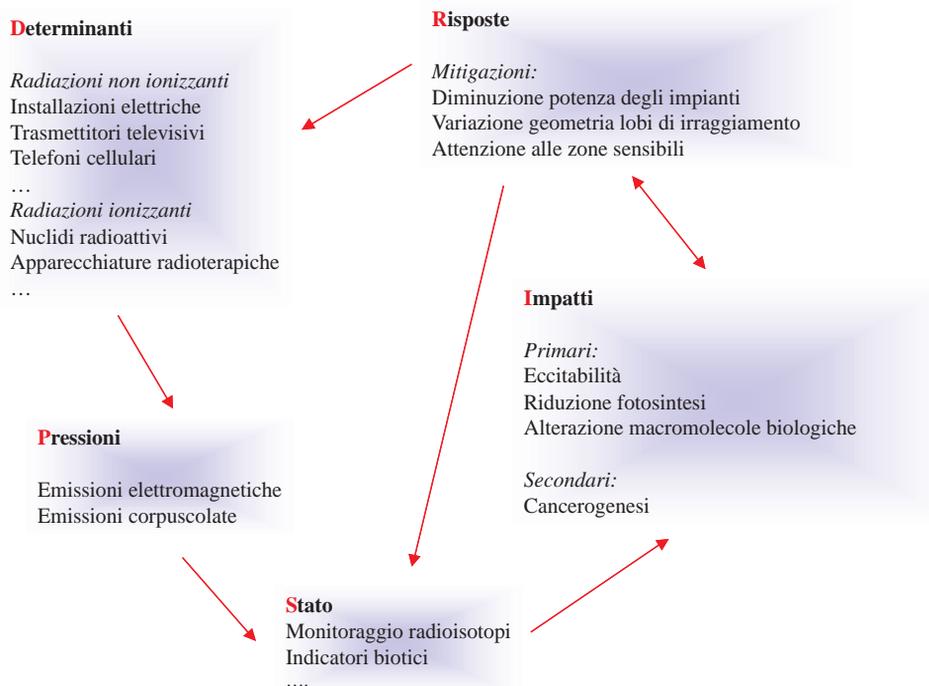


fig. 3.15 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti

3.10.3 Stato

Per effettuare una caratterizzazione dello stato dell'ambiente relativamente ai livelli di Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti e dunque valutare l'eventuale presenza di livelli pregressi di presenza del fattore, devono essere effettuate delle campagne di monitoraggio con misuratori di frequenza, dosimetri e contatori in grado di misurare la radioattività sia dell'ambiente che degli individui. Per quanto riguarda le radiazioni ionizzanti presenti nell'area di studio è necessario provvedere al monitoraggio di particolari radioisotopi (radionuclidi) indicatori (per esempio il Cs_{137} , il Cs_{134} ed il Co_{60} per gli scarichi di centrali nucleari) in unità ambientali che possano costituire una trappola per tali elementi o essere un anello critico di vie di specifico interesse. Qualora si renda necessario, verranno misurati i livelli di presenza per particolari ra-

dionuclidi nelle matrici più sensibili quali i prodotti destinati all'alimentazione umana potenzialmente contaminati (prodotti ortofrutticoli, latte, miele, funghi) e in tutte quelle componenti che possono costituire un deposito per i radioisotopi come le deposizioni umide o secche (piogge, particolato atmosferico) o specifici indicatori biotici come i muschi e le briofite.

Nell'ambito di questa matrice ambientale la ricerca delle unità sensibili risulta più lineare rispetto a quanto avviene per le altre, è piuttosto semplice infatti valutare la presenza nell'area di specifici elementi di sensibilità quali: donne gravide, bambini, persone anziane, mucche lattifere, miele prodotto nelle zone interessate, funghi presenti nelle medesime, ecc.

Le radiazioni non ionizzanti sono le principali responsabili del fenomeno noto con il nome di elettrosmog che soprattutto negli ultimi anni ha subito un incremento notevole a causa della massiccia diffusione degli impianti di telefonia mobile. Come si evidenzia dalla precedente *fig. 3.14* le frequenze delle radiazioni che compongono tale tipologia arrivano fino alla soglia dell'ultravioletto, ossia a $3 \cdot 10^{15}$ Hz, al di là della quale si entra nell'ambito delle Radiazioni Ionizzanti.

Per quanto riguarda le radiazioni ionizzanti è opportuno effettuare una distinzione fondamentale tra le semplici *radiazioni elettromagnetiche* di frequenza superiore ai $3 \cdot 10^{15}$ Hz (raggi gamma e raggi X) e le *radiazioni corpuscolari*, costituite da particelle subatomiche che si muovono con velocità assai elevate (particelle alfa e beta, neutroni e protoni). Le radiazioni corpuscolari costituite da particelle elettricamente cariche ionizzano la materia *direttamente*, grazie all'interazione coulombiana tra la particella in moto e gli elettroni del mezzo, mentre quelle costituite da particelle elettricamente neutre e le radiazioni elettromagnetiche causano ionizzazione in via *indiretta* e cioè liberando, nei fenomeni di interazione elementare con gli atomi o i nuclei del mezzo, particelle cariche capaci di dar luogo a fenomeni di ionizzazione.

3.10.4 Fonti di pressione e Pressioni

Tutti gli impianti e gli apparecchi tecnologici che utilizzano energia elettrica forniscono il loro contributo al campo elettromagnetico e costituiscono dunque fonti di pressione per quanto riguarda le Radiazioni Non Ionizzanti; tra le principali fonti a bassa frequenza sono:

- elettrodotti;
- trasformatori di corrente;
- elettrodomestici;
- installazioni elettriche in generale.

e tra le fonti ad alta frequenza:

- forni a microonde;
- trasmettitori televisivi;
- telefoni cellulari;
- computer;
- sistemi radar.

Le sorgenti di Radiazioni Ionizzanti sono invece essenzialmente di tre tipi:

- nuclidi radioattivi;
- particelle provenienti dal cosmo (raggi cosmici);
- speciali apparecchiature radioterapiche (raggi X);

Mentre i raggi cosmici sono sempre naturali, le sostanze radioattive, così come i raggi X possono avere origine naturale o artificiale. È chiaro come la semplice presenza di tali fonti e delle loro emissioni svolga un'azione di pressione diretta sul recettore ad esse sottoposto.



3.10.5 Impatti

L'analisi dei potenziali impatti derivanti dall'esposizione a radiazioni può e deve essere divisa in due parti, una per descrivere gli effetti delle Radiazioni Non Ionizzanti e l'altra rivolta invece a quelle Ionizzanti. Per quanto riguarda le Non Ionizzanti risulta inoltre opportuno distinguere tra effetti acuti ed effetti cronici, i primi possono manifestarsi come immediata conseguenza all'esposizione mentre i secondi possono mostrare anche lunghi periodi di latenza in conseguenza di esposizioni anche molto brevi.

Tra gli effetti acuti delle esposizioni alle basse frequenze sono stati descritti effetti sul sistema visivo e sul sistema nervoso centrale, stimolazione dei tessuti eccitabili, extrasistoli e fibrillazioni ventricolari, mentre per le esposizioni alle alte frequenze si sono riscontrate alterazioni del sistema immunitario e delle funzioni neurali e neuromuscolari, anomalie alla cornea ed al cristallino nonché ridotta produzione di sperma; sono stati inoltre riportati effetti a livello della sintesi della melatonina e della fotosintesi clorofilliana.

Sugli effetti cronici, vista la loro natura probabilistica, mancano invece risultati chiari ed incontrovertibili nonostante i numerosi studi effettuati sia attraverso indagini epidemiologiche che attraverso studi su animali.

La maggiore preoccupazione riguardo alle Radiazioni Non Ionizzanti è comunque destata dalla loro possibile cancerogenicità e a questo proposito il National Institute of Health degli Stati Uniti ha pubblicato un volume dal titolo *"Assessment of health effects from exposure to power frequency electric and magnetic fields"* in cui sono stati analizzati gli studi più importanti esistenti nella letteratura internazionale, e dove si conclude che *"i campi elettromagnetici sono possibili cancerogeni per l'uomo"* e *"possibili cancerogeni per i bambini sulla base degli studi sulla leucemia dei bambini"*.

Per quanto riguarda l'azione delle Radiazioni Ionizzanti va sottolineato come questa sia dovuta alla cessione di energia da queste alle cellule che compongono l'organismo soggetto all'esposizione e come tale processo possa essere diviso in due fasi: quella iniziale e quella del danno biologico. Nella prima vengono indotte nella materia vivente alterazioni fisiche e fisico-chimiche che, avendo come bersaglio delle strutture biologiche, sono all'origine della successiva fase del "danno biologico" che avrà come bersaglio iniziale le macromolecole biologiche (es. DNA).

Tale danno può provocare sia la morte della cellula che una sua modificazione. Il primo evento risulta grave soprattutto nel caso in cui le cellule morte siano in numero sufficientemente elevato da provocare una compromissione funzionale clinicamente apprezzabile in un tessuto o organo; effetti del secondo tipo sono invece ancora più gravi proprio perché le cellule rimangono vive. In tale situazione infatti le cellule modificate sono ancora in grado di riprodursi e possono dare luogo, dopo un periodo di latenza di durata variabile, ad una condizione di tipo neoplastico se le modificazioni sono avvenute a carico delle cellule somatiche o ad un danno nella progenie se sono state interessate le cellule germinali.

Per valutare gli effetti delle Radiazioni Ionizzanti risulta inoltre fondamentale valutare alcuni fattori quali:

- *la dose della radiazione in rapporto al tempo di esposizione*: quando le radiazioni colpiscono un insieme di cellule non tutte vengono colpite o distrutte e la probabilità di accadimento risulta proporzionale alla dose di radiazioni che colpisce le cellule ed alla durata temporale dell'evento espositivo;

- *la fonte d'irradiazione*: un organismo vivente può subire l'effetto delle radiazioni ionizzanti tramite esposizione esterna o interna, nel primo caso si ha la cessazione dell'irradiazione in contemporanea con la cessazione dell'esposizione (es. al termine dell'esame radiografico), nel secondo caso invece le sostanze radioattive, metabolizzate tramite inalazione, assorbimento transcutaneo, ingestione o iniezione, fanno sì che l'irradiazione continui anche per periodi molto prolungati dopo l'esposizione;
- *la sensibilità specifica dei tessuti*: i diversi organi del corpo non sono caratterizzati da uguale sensibilità e vulnerabilità. Le cellule più sensibili in assoluto sono quelle riproduttive seguite da quelle del tessuto linfatico, del midollo osseo e delle lenti cristalline degli occhi, altamente radiosensibili. Tra le più resistenti alle radiazioni abbiamo invece le cellule del tessuto muscolare, del tessuto osseo e le cartilagini mentre il tessuto nervoso risulta essere resistente sul piano morfologico, ma sensibile su quello funzionale.

3.10.6 Risposte

Le risposte mitigative nei confronti delle fonti di campi elettromagnetici non ionizzanti sono essenzialmente legate alla diminuzione della potenza degli impianti anche se in alcuni casi, come ad esempio nelle antenne radio base o per generici impianti di trasmissione, si potrebbe anche agire sulla geometria del lobo di irraggiamento, agendo cioè sulle sue componenti orizzontali e verticali.

Per quanto riguarda le fonti ionizzanti le mitigazioni più efficaci sono essenzialmente di tipo localizzativo, tendendo ad evitare zone con elementi ambientali particolarmente sensibili o zone ad elevata vulnerabilità intrinseca quali zone residenziali, aree ospedaliere o stazioni di fauna sensibile.

Per le fonti di pressione di entrambe le tipologie sarà necessario effettuare delle campagne di monitoraggio costante sui parametri critici di controllo così da consentire una eventuale correzione in corso d'opera delle emissioni in ambiente

3.10.7 L'inquinamento elettromagnetico

I possibili effetti sulla salute dell'uomo dell'esposizione a campi elettromagnetici statici sono ormai una problematica d'interesse politico e sociale, a seguito di un'accurata analisi del lavoro di ricerca e dei risultati finora ottenuti, l'OMS ha confermato che:

- campi EM di elevata intensità possono costituire un rischio per la salute dell'uomo a causa del riscaldamento dei tessuti, scariche, correnti indotte;
- non ci sono effetti scientificamente confermati per l'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici di bassa intensità.

Occorre affrontare il problema dei rischi sanitari in due modi: da una parte sostenendo lo sviluppo tecnologico in grado di ridurre le emissioni, con conseguente risparmio energetico, d'altra parte mettere in atto politiche di controllo ed approfondimento della conoscenza. In sostanza gli obiettivi sono:

- riduzione dell'esposizione nelle situazioni considerate più critiche;
- diminuzione della conflittualità attraverso l'approfondimento della conoscenza, una informazione qualificata e l'attivazione di strumenti di concertazione locale;
- sviluppo di nuove tecnologie per migliorare l'efficienza delle sorgenti.

Per quanto attiene alla funzione di controllo ed alla conoscenza della situazione si predispose il seguente piano di azioni:

- progettazione e costruzione di strumentazione nuova ed adeguata per attuare le funzioni proprie della misura ambientale *indoor* ed *outdoor*; definizione di protocolli standardizzati e di controlli di qualità sugli strumenti di misura, modalità di interconfronto per rendere le stesse omogenee su scala locale, regionale e nazionale;
- attivazione dei risanamenti in tutte le situazioni al di fuori della normativa con pianificazione e concertazione per l'installazione di nuove sorgenti (UMTS);
- Controllo delle sorgenti, qualunque sia il tipo di emissione, come fondamento per un'adeguata conoscenza ambientale e per le azioni di prevenzione sanitaria.



3.11 SALUTE PUBBLICA

3.11.1 Normativa in materia di VIA

L'Organizzazione Mondiale della Sanità definisce la salute come *“uno stato di benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente come l'assenza di malattie o infermità”*. Tale definizione implica che una valutazione di impatto ambientale relativamente alla salute umana debba considerare non solo le possibili cause di mortalità o malattia per gli individui esposti agli effetti dell'opera in progetto, ma anche gli impatti sul benessere delle popolazioni coinvolte, ovverosia sugli aspetti psicologici e sociali.



La normativa di riferimento in materia di impatto ambientale, ed in particolare Il DPCM 27/12/88 che definisce nel dettaglio i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale, in relazione alla componente “Salute pubblica” stabilisce che (all. 2, art. 5, punto F del DPCM 27/12/88):

Obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana, è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere e del loro esercizio con gli standards ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo periodo. Le analisi

sono effettuate attraverso: la caratterizzazione dal punto di vista della salute umana, dell'ambiente e delle comunità potenzialmente coinvolti, nella situazione in cui si presentano prima dell'opera in progetto;

- a. l'identificazione e la classificazione delle cause significative di rischio per la salute umana da microorganismi patogeni, da sostanze chimiche e componenti di natura patogena, qualità di energia, rumore, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, connesse con l'opera;
- b. la identificazione dei rischi eco-tossicologici (acuti e cronici, a carattere reversibile ed irreversibile) con riferimento alle normative nazionali, comunitarie ed internazionali e la definizione dei relativi fattori di emissione;
- c. la descrizione del destino degli inquinanti considerati, individuati attraverso lo studio del sistema ambientale in esame, dei processi di dispersione, diffusione, trasformazione e degradazione e delle catene alimentari;
- d. l'identificazione delle possibili condizioni di esposizione delle comunità e delle relative aree coinvolte;
- e. l'integrazione dei dati ottenuti nell'ambito delle altre analisi settoriali e la verifica della compatibilità della normativa vigente dei livelli di esposizione previsti;
- f. la considerazione degli eventuali gruppi di persone particolarmente sensibili e dell'eventuale esposizione combinata a più fattori di rischio.

Spesso lo spazio dedicato alla componente "salute pubblica" all'interno degli Studi di Impatto Ambientale è assai ridotto, nonostante l'argomento sia di notevole importanza ed interesse per il pubblico, a causa delle difficoltà che si riscontrano nel reperimento dei dati di base e nella individuazione di relazioni causa-effetto univoche tra l'esposizione ambientale ad una sostanza potenzialmente tossica e gli effetti sulla salute umana.

I motivi che rendono non semplice l'identificazione di una relazione esposizione-malattia, soprattutto quando l'effetto non è di tipo acuto o immediato, sono essenzialmente riconducibili a due condizioni¹:

- *il lungo periodo di latenza tra il momento in cui è avvenuta l'esposizione e le prime modificazioni patologiche, talora così lungo da essere misconosciuto e sottostimato;*
- *la "generalizzazione" (esposizione a più sostanze) ed il basso livello di esposizione allo specifico fattore che rendono poco evidenti tra i soggetti esposti (rispetto alla popolazione complessiva) i danni provocati dallo specifico inquinante.*

¹Pazienti M., *Lo studio di impatto ambientale: elementi per un manuale*, Franco Angeli, Milano, 1991, p. 208-209.

Le informazioni richieste dal DPCM 27/12/88 ai fini della caratterizzazione della componente in oggetto sono organizzate secondo il modello DPSIR (Determinati - Pressioni - Stato - Impatti - Risposte), come illustrato in **fig. 3.16**.

3.11.2 Stato

In relazione alla componente "Salute pubblica" la descrizione dello stato antecedente la realizzazione dell'opera deve comprendere:

- La caratterizzazione del sito (inteso come area ristretta ed area vasta) in cui si inserisce l'opera, includendo sia gli aspetti ambientali e naturalistici sia le attività antropiche presenti sul territorio.
- La descrizione dello stato sanitario della popolazione coinvolta.

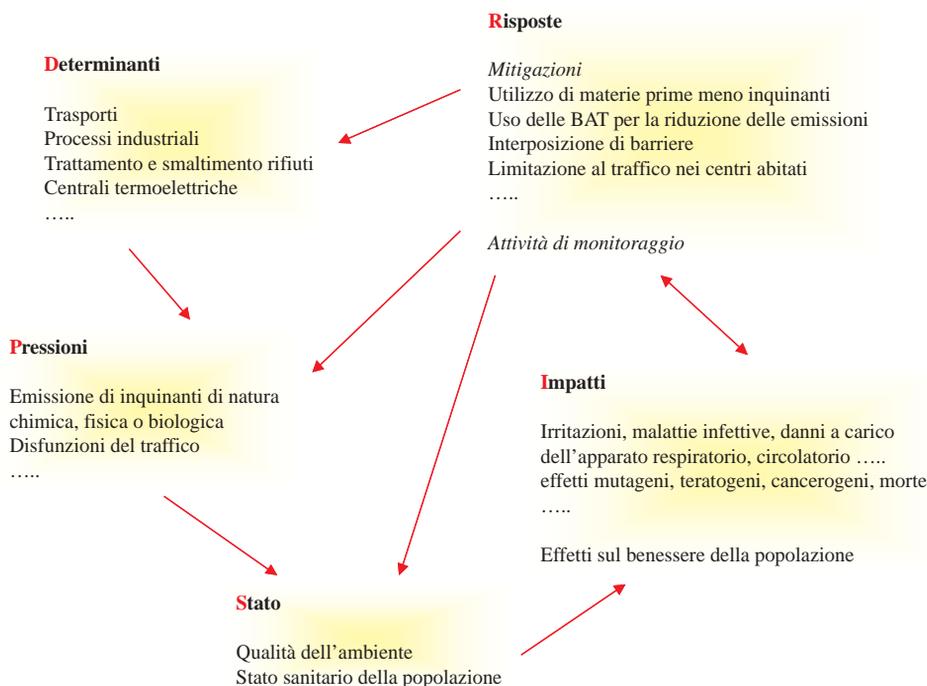


fig. 3.16 - Modello DPSIR applicato alla valutazione di impatto ambientale componente Salute pubblica.

Le informazioni relative alla descrizione dell'ambiente esistente derivano dall'integrazione degli studi effettuati per la determinazione dello "stato zero" delle altre componenti ambientali (atmosfera, ambiente idrico, suolo e sottosuolo ecc.); tali informazioni devono consentire l'individuazione dei parametri ambientali che rivestono importanza dal punto di vista sanitario (fattori igienico-ambientali) quali ad esempio il livello di inquinamento delle acque esistente, le modalità di smaltimento dei rifiuti ecc.

Lo stato sanitario della popolazione potenzialmente impattata dalla realizzazione dell'opera viene identificato tramite (Bruschi et al., 1990):

- *rilevazione delle caratteristiche strutturali e di "stato" della popolazione*: densità, distribuzione, distribuzione per classi di età, composizione per sesso, prevalenti attività lavorative, abitudini sociali ecc.;
- *la rilevazione delle caratteristiche funzionali*: natalità, mortalità, immigrazione, emigrazione.

Per quanto concerne i dati relativi alla mortalità è importante il riconoscimento delle cause dei decessi per verificare l'esistenza di patologie ricorrenti nell'area oggetto di studio, eventualmente correlabili all'esposizione a fattori ambientali di rischio di natura chimica, fisica o biologica.

- *la rilevazione campionaria attraverso studi caso-controllo² o studi per coorte³*

3.11.3 Fonti di pressione e Pressioni

Allo scopo di individuare le fonti di pressione nei confronti della salute pubblica derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto o di un piano è necessario che lo Studio di Impatto Ambientale fornisca una dettagliata descrizione di tutte le azioni progettuali nelle diverse fasi di cantiere, esercizio e dismissione. Le attività progettuali possono infatti comportare il rilascio nell'ambiente di sostanze chimiche, agenti patogeni biologici e agenti fisici (rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti) in grado di generare impatti diretti o indiretti sulla salute umana.

In particolare è importante che lo Studio individui per ciascuna attività prevista : gli inputs (materie prime utilizzate), gli outputs (prodotti finali e sottoprodotti) ed eventuali intermedi di lavorazione. Tali sostanze devono essere caratterizzate in rela-

² *Studi caso-controllo*: indagini retrospettive condotte su individui che sono affetti da una determinata patologia. Per ciascun individuo si cerca di ricostruire le cause che sono alla base della malattia. La medesima indagine viene condotta sul controllo, ossia su individui della stessa età e sesso del caso ma non affetti da malattia. Qualora il sospetto fattore causale si presenti con frequenza significativamente più elevata tra i "casi" rispetto ai "controlli" si conferma l'ipotesi causale.

³ *Studi per coorte*: studi su gruppi di individui esposti ad un fattore ritenuto nocivo di cui si segue nel tempo l'evoluzione dello stato sanitario. Analogamente viene seguito lo stato sanitario di coorti selezionate con le medesime caratteristiche ma non esposte a fattori di rischio.

zione alle loro proprietà chimico-fisiche, alla loro pericolosità, alle modalità di stoccaggio temporaneo, movimentazione e trasporto, destinazione finale.

Per la caratterizzazione delle fonti e pressioni sulla salute pubblica si rimanda ai capitoli relativi alle altre componenti ambientali dove vengono approfondite le fonti e pressioni sull'ambiente idrico, l'atmosfera, il clima sonoro, le componenti biotiche, il paesaggio ecc. Tali fonti di pressione producono effetti, oltre che a carico della componente sulla quale agiscono direttamente, anche sulla salute pubblica.

Oltre alle pressioni esercitate in condizioni di normale funzionamento dell'opera lo Studio di impatto Ambientale deve considerare, ai fini degli effetti sulla salute pubblica e sull'ambiente, il rischio di eventi incidentali. La prima fase di tale analisi comporta l'individuazione di tutti i possibili malfunzionamenti che potrebbero derivare dallo svolgimento delle attività di progetto; la seconda fase è volta alla quantificazione del rischio: ad ogni possibile malfunzionamento deve cioè essere associata una frequenza di accadimento ed una stima dell'entità del danno provocato sull'uomo.

3.11.4 Impatti

Per valutare gli impatti potenziali sulla salute pubblica occorre innanzitutto effettuare una stima della popolazione esposta al rilascio di sostanze chimiche, agenti patogeni biologici e agenti fisici da parte dell'opera in progetto. Infatti, dal momento che



non esiste alcun impatto in assenza di un presumibile bersaglio, occorre associare alla valutazione del potenziale danno biologico la probabilità di esposizione alla sostanza (per contatto, inalazione o ingestione). A tale scopo è necessario identificare le matrici ambientali in cui viene rilasciata la sostanza e i processi di trasporto, trasformazione e degradazione che agiscono una volta che è stata immessa nell'ambiente.

I processi di trasporto che agiscono quando una sostanza viene immessa nell'ambiente possono essere suddivisi in abiotici e biotici (Vismara R., 1992). I processi abiotici sono rappresentati da fenomeni di volatilizzazione, precipitazione, deposizione, assorbimento ecc. I processi biotici sono costituiti dall'assorbimento, distribuzione ed eventuale accumulo della sostanza in specifici organi all'interno di un organismo, dalla sua escrezione e riassunzione da parte di altri organismi all'interno della catena alimentare.

Durante il trasporto una sostanza può subire processi di degradazione di tipo chimico (idrolisi, ossidazione, fotolisi), fisico (decomposizione termica) o biologico (biodegradazione ad opera dei microrganismi presenti nell'ambiente, biotrasformazione). Una sostanza che subisce una lenta degradazione per via chimica, fisica o biologica è detta persistente. Alcune sostanze persistenti possono andare incontro a fenomeni di bioconcentrazione e biomagnificazione, con aumento progressivo della concentrazione risalendo i livelli della catena alimentare.

Un aspetto da considerare quando si valuta l'esposizione di una popolazione è che non tutti gli individui sono ugualmente sensibili agli agenti di malattia ed ai fattori igienico-ambientali. Gli individui di una popolazione più sensibili ad un determinato rischio sanitario costituiscono il "gruppo a rischio".

Il DPCM 27/12/88 richiede che venga considerata anche *"l'eventuale esposizione combinata a più fattori di rischio"* in quanto questi ultimi possono avere in alcuni casi azione sinergica o antagonista.

Possibili effetti sulla salute pubblica derivanti dall'esposizione a sostanze di natura chimico, fisica o biologica sono: irritazioni, malattie infettive, patologie a danno dell'apparato respiratorio, circolatorio, uditivo, effetti mutageni, teratogeni e cancerogeni, morte ecc.

Oltre agli effetti che comportano l'insorgere di patologie bisogna considerare gli impatti sul benessere della popolazione, le conseguenze sociali e culturali derivanti da azioni che alterano il modo di vivere, lavorare, relazionare degli individui, le loro abitudini ed i loro valori. Rientrano ad esempio in questa categoria:

- i disagi provocati dall'emissione di odori molesti;
- gli impatti sulla visibilità;
- modifiche alla viabilità ed ai sistemi di trasporto;
- introduzione nel paesaggio di elementi negativi sul piano estetico con conseguente perdita di paesaggi fruiti ed apprezzati;
- variazioni della destinazione d'uso delle acque superficiali;
- disagio emotivo conseguente al crearsi di condizioni rifiutate dalla sensibilità comune;
- aumento del livello di rifiuti presenti sul territorio;
- impatti sull'occupazione della popolazione locale.

3.11.5 Risposte

Lo Studio di Impatto Ambientale a seguito dell'individuazione e valutazione dei principali effetti a carico della salute pubblica deve individuare misure di mitigazione e compensazione ai fini di tutelare la popolazione potenzialmente oggetto di impatto a seguito della realizzazione dell'opera. Le mitigazioni per la salvaguardia della salute pubblica sono in parte comprese all'interno dei capitoli dedicati alle altre componenti; in generale possono essere individuate:

- Misure di mitigazione inerenti alternative localizzative: in presenza di più alternative localizzative è preferibile evitare la realizzazione dell'opera in siti con elevata sensibilità intrinseca o con situazioni già critiche dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, delle emissioni di rumore e vibrazioni ecc. Per alcune tipologie di opere occorre mantenere una adeguata distanza dai centri abitati; ad esempio per le discariche la normativa di riferimento prevede che sia rispettata una distanza di sicurezza dal centro abitato.
- Misure di mitigazione inerenti alternative realizzative: adozione di soluzioni tecnologiche che comportino l'utilizzo di materie prime meno inquinanti, utilizzo di idonei sistemi di stoccaggio, movimentazione e trasporto delle sostanze pericolose, utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per ridurre il carico inquinante rilasciato nelle diverse matrici ambientali, interposizione di barriere per ridurre l'esposizione della popolazione coinvolta ai fattori di impatto (ad es. barriere per la protezione della popolazione dall'inquinamento acustico), limitazione al traffico di mezzi pesanti nei centri abitati ecc.



Oltre alle misure di mitigazione, strettamente rivolte alla riduzione degli impatti causati dal progetto, possono essere individuate misure di compensazione, ossia interventi finalizzati al miglioramento della qualità dell'ambiente e delle condizioni di vita all'interno dell'area vasta in cui si inserisce il progetto per "compensare" la perdita di valore ambientale dovuto all'inserimento dell'opera; le compensazioni possono essere anche concepite in termini economici come risarcimento alle popolazioni impattate dalla realizzazione dell'intervento.

Possibili misure di compensazione a vantaggio della salute pubblica, intesa anche nell'accezione di benessere delle popolazioni coinvolte, possono riguardare: miglioramento della viabilità, dei sistemi di trasporto e dei servizi in genere, interventi di riqualificazione paesaggistica, razionalizzazione dei cicli d'acqua ecc. I sistemi di monitoraggio possono essere mirati alla valutazione dell'evoluzione nel tempo dei livelli di inquinamento delle componenti ambientali (ambiente idrico superficiale e sotterraneo, atmosfera, clima fisico ecc.) cui gli individui sono potenzialmente esposti, oppure alla valutazione dello stato sanitario della popolazione; un limite di quest'ultimo tipo di studio è legato alla non specificità degli effetti osservati, all'esposizione multipla a più agenti e alla diversa sensibilità degli individui nei confronti di uno stesso agente.



PARTE IV

**METODI
PER LE VALUTAZIONI
AMBIENTALI**

*Laura Antonelli, Caterina De Bellis,
Luciano Crua, Alberto Maffiotti, Gianmario Nava*

4.1 LA PROCEDURA ANALITICA E VALUTATIVA

Il percorso di valutazione ambientale relativo all'attuazione di un progetto o di una molteplicità di progetti non costituisce uno schema rigido e definito, ma è piuttosto uno strumento flessibile che varia in relazione al significato che si attribuisce ai termini valutazione, impatto e ambiente.

La **valutazione** può consistere in un semplice esame qualitativo delle caratteristiche del progetto in attuazione e dell'area entro la quale esso si inserirà, al fine di fornire un giudizio di compatibilità dell'intervento con le esigenze di salvaguardia dell'ambiente, secondo i principi della sostenibilità ambientale. A tale valutazione qualitativa può essere fatta corrispondere una rigorosa analisi quantitativa che, attraverso l'utilizzo di strumenti opportuni, stabilisce una stima delle dimensioni delle alterazioni causate dalla realizzazione del progetto.

Si definisce **impatto**¹ il complesso delle modificazioni causate da un determinato intervento alle condizioni ambientali preesistenti all'attuazione del progetto stesso. Gli impatti possono essere ascrivibili direttamente o indirettamente alle azioni progettuali che li hanno generati, e avere dunque dimensioni più o meno ampie. Ad essi si aggiungono gli impatti cumulativi o sinergici e gli effetti che si originano dall'interazione tra due o più impatti potenziali.

L'accezione del termine **ambiente** è varia e deve essere definita univocamente all'interno dell'analisi valutativa. Se si considera solamente l'ambiente fisico e biologico e le relazioni di interscambio tra gli ecosistemi, devono essere descritte le caratteristiche fisiche dell'ambiente (geologia, idrologia, ecc.), gli organismi viventi (flora, fauna), con particolare attenzione alle emergenze naturalistiche eventualmente presenti e alle loro relazioni (ecosistemi). Nel caso in cui si faccia riferimento all'ambiente antropizzato (beni culturali, paesaggio, ambienti urbani, usi del suolo) devono essere individuate le attività umane e le modifiche che esse imprimono all'ambiente fisico. Si può infine considerare un concetto ancora più ampio di ambiente, comprendente anche le attività e le condizioni di vita dell'uomo (struttura della società e dell'economia, cultura, abitudini di vita, salute, sicurezza).

¹ L'Art.3 comma 1 della LR 40/98 definisce l'impatto ambientale come l'insieme degli effetti, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, singoli e cumulativi, positivi e negativi, che la realizzazione di opere o interventi comporta sull'ambiente inteso come insieme complesso di sistemi naturali ed antropici.

Non esiste dunque una metodologia di valutazione universalmente conosciuta e utilizzata. A causa della soggettività della scelta chi esegue lo studio di impatto ambientale deve descrivere e motivare chiaramente le metodologie e gli strumenti adottati. Tuttavia, per esigenze di sistematicità dell'analisi, la procedura analitica e valutativa può essere distinta nei seguenti differenti livelli di valutazione (Zeppetella et al., 1992):

- Analisi di congruenza del progetto con piani e programmi vigenti
- Analisi del progetto ed individuazione delle azioni causali d'impatto
- Analisi dell'ambiente ed individuazione delle componenti ambientali interferite dal progetto
- Individuazione degli impatti potenziali
- Stima e valutazione della significatività degli impatti

Analisi di congruenza del progetto con piani e programmi vigenti

All'interno di questa fase la stretta interazione che si verifica tra opinione pubblica, proponenti, progettisti e autorità legate alla pianificazione e al controllo consente di verificare la corrispondenza tra obiettivi del piano e caratteristiche del progetto. Tale attività può indurre lo sviluppo di alternative di progetto, la cui valutazione comparata consente di dare efficacia allo studio di impatto ambientale.

Analisi del progetto ed individuazione delle azioni causali d'impatto

L'analisi del progetto è volta a fornire in maniera disaggregata l'elenco e la descrizione approfondita di tutte le attività legate direttamente o indirettamente alle diverse fasi del progetto, in particolare di quelle azioni che possono indurre modificazioni sulle componenti che costituiscono l'ambiente. L'analisi del progetto deve ovviamente contemplare una distinzione tra fasi di realizzazione, esercizio ed eventualmente dismissione.

Analisi dell'ambiente ed individuazione delle componenti ambientali interferite dal progetto

Lo scopo di questa fase è quello di acquisire conoscenze circa il sistema ambientale che caratterizza l'area di localizzazione del progetto e l'ambito territoriale di riferimento. Tale conoscenza dello stato attuale dell'ambiente, unitamente all'analisi del progetto e delle sue azioni elementari, consente di identificare tutti gli impatti significativi legati all'esecuzione di un intervento mediante la formulazione di ipotesi riguardanti le eventuali modificazioni dello stesso.

Lo studio dell'ambiente è un'operazione volta ad identificare e selezionare gli elementi rilevanti ai fini della sua qualificazione e a valutare lo stato delle singole risorse; da esso dipendono la completezza nell'individuazione degli impatti potenziali e la correttezza della valutazione finale. Nell'operazione di selezione la necessità di raggiungere la maggiore completezza possibile nell'elencare le componenti

ambientali al fine di riprodurre un'immagine fedele dell'ambito territoriale considerato, si scontra con la difficoltà di gestire una grande mole di informazioni senza che il ragionamento valutativo risulti appesantito. E' dunque sempre opportuno aggregare gli elementi ambientali secondo temi significativi in un'ottica decisionale, rapportandoli alla natura del sistema ambientale in analisi e a quella dell'intervento proposto.

Individuazione degli impatti potenziali

L'individuazione degli impatti potenziali consiste nell'elaborazione di ipotesi di previsione volte a definire le interazioni certe o probabili tra le azioni causali elementari di piani e progetti e le componenti ambientali. Essendo il percorso valutativo un processo aperto e modificabile in qualunque stadio di avanzamento, in questa fase è possibile evidenziare impatti su componenti ambientali non considerate in precedenza.

Le metodologie normalmente impiegate per l'identificazione degli impatti possono essere ricondotte ad alcune categorie principali: *check-lists*, *matrici*, *network e overlay maps*, *sistemi esperti*.

Stima e valutazione della significatività degli impatti

La stima degli impatti consiste, a seguito dell'identificazione della loro natura, in una valutazione di previsione della variazione della qualità delle componenti ambientali causata dalla realizzazione dell'opera in analisi. Questa fase si sviluppa attraverso due momenti distinti (Zeppetella et al., 1992):

- la misurazione della qualità delle componenti ambientali prima della realizzazione dell'opera (valutazione dello stato zero);
- la stima delle variazioni di tali qualità a seguito dell'attuazione dell'intervento in analisi (impatto netto).

Tali variazioni possono essere definite per mezzo di opportuni *Indicatori ed Indici ambientali*².

La fase successiva alla stima degli impatti potenziali si pone lo scopo di valutarne la significatività in termini qualitativi e/o quantitativi. Si tratta di stabilire se le modificazioni dei diversi indicatori produrranno una variazione (significativa) della qualità ambientale. A tal scopo è necessario indicare l'entità degli impatti potenziali rispetto ad una scala omogenea che consenta di individuare le criticità ambientali mediante la comparazione dei vari impatti. Le scale di significatività utilizzate nella valutazione degli impatti attesi si possono distinguere in qualitative o simboliche e quantitative cardinali. Nelle prime gli impatti vengono classificati in base a parametri qualitativi espressi mediante l'utilizzo di parole chiave, tra le quali le più comuni sono (Zeppetella et al., 1992): *trascurabile/lieve/rilevante/molto rilevante, molto basso*

² Cfr. parte III, Cap.3.1.

/basso/medio/alto/molto alto, trascurabile/sensibile/elevato, in riferimento alle caratteristiche di intensità e rilevanza, mentre per la valutazione qualitativa delle caratteristiche temporali degli impatti si utilizzano termini quali *reversibile a breve termine/reversibile a lungo termine/irreversibile*.

Nella definizione degli impatti positivi o negativi talvolta si fa ricorso all'utilizzo di simbologie grafiche come + e -, nelle quali la ripetizione dei simboli utilizzati è direttamente proporzionale al grado di intensità dell'impatto.

La **valutazione qualitativa** si basa sulla formulazione di giudizi espressi da esperti dei settori indagati e impiega criteri di intensità (che misurano il grado di interferenza tra opera e componenti ambientali) e permanenza all'interno dell'ambiente (arco di tempo entro il quale l'impatto perdura).

Nella **valutazione quantitativa** viene "*misurata*" l'entità di ciascun impatto, la probabilità di accadimento, l'importanza in relazione alla rarità ed al ruolo strategico della risorsa ambientale coinvolta. Per quantificare l'entità degli impatti è necessario, per mezzo di opportuni strumenti di trasformazione, far corrispondere ad ogni stima qualitativa un valore riferito ad una scala convenzionale. Nelle pagine seguenti vengono descritti alcuni metodi utilizzati per operare tali trasformazioni: le *Funzioni di Qualità ambientale* e il calcolo del *Rischio d'Impatto Ambientale*. Poiché le risorse ambientali oggetto di impatto non presentano tutte la stessa valenza e importanza sia per la collettività e i diversi gruppi sociali coinvolti dalla realizzazione dell'opera in progetto, sia in relazione all'ambiente del quale fanno parte, è importante effettuare una ponderazione degli impatti stimati per ognuna delle componenti ambientali. Per ottenere dunque un'**espressione sintetica e globale dell'impatto ambientale** indotto dalla realizzazione di un'opera, i singoli impatti dunque devono essere aggregati in modo tale da valutare anche l'importanza e la sensibilità di ciascuna componente ambientale. L'operazione di aggregazione richiede la normalizzazione degli indicatori, espressi secondo varie scale e unità di misura, rispetto ad una stessa scala. In questa fase è opportuno stabilire se oltre agli impatti negativi vengono considerate e stimate anche le esternalità positive determinate dall'intervento in attuazione. A tale proposito è importante osservare che due impatti di segno opposto con lo stesso valore non si compensano automaticamente, ma occorre tenere conto degli orientamenti emersi dall'interazione dei soggetti interessati alla procedura di valutazione: un caso evidente in questo senso è costituito dagli impatti distruttivi (red flags), per i quali non vi può essere una semplice compensazione algebrica.

In **fig. 4.1** viene riportato lo schema inerente la valutazione della significatività degli impatti all'interno della procedura analitica e valutativa.

4.1.1 Check-Lists

Le check-lists consistono in un elenco selezionato di fattori ambientali e costituiscono la guida di riferimento per l'analisi ambientale. Si distinguono in semplici, spesso standardizzate per tipo di progetto o di area insediativa, e descrittive, nel caso in cui forniscano i criteri metodologici per la valutazione della qualità di ogni componente ambientale e dell'impatto che si manifesta su tali componenti per effetto delle azioni progettuali. Alcune liste di controllo rappresentano metodi altamente strutturati che consentono di costruire graduatorie delle alternative prese in considerazione, poiché per ciascuna risorsa ambientale riportano i criteri atti a determinare i valori limite o le soglie di interesse della quantità o qualità desiderabile (*scaling check-list*); altre consentono di misurare, ponderare in termini di importanza relativa, e, attraverso una scala di valori prefissata, aggregare gli impatti elementari in indici sintetici (*weighting-scaling check-list*). Tra questi ultimi metodi si ricorda l'Environmental Evaluation System for Water Resources Planning dell'istituto Battelle (Dee et al., 1972), che elenca 78 componenti ambientali, raggruppati in 18 categorie e 4 settori (Ecologia, Inquinamento dell'ambiente, Estetica, Interesse umano).

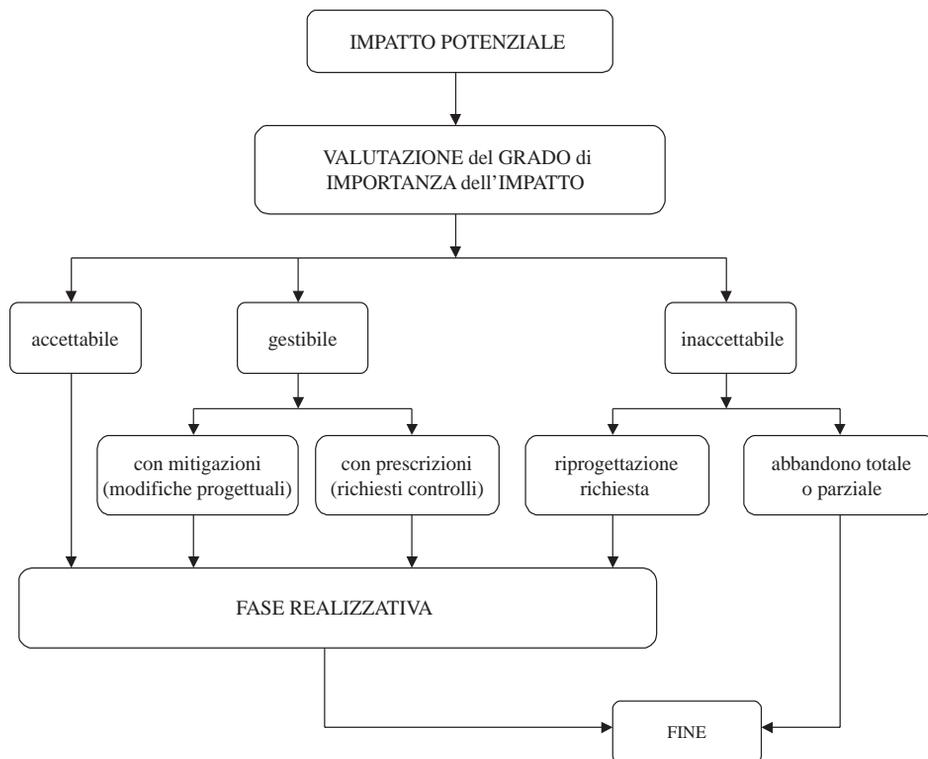


fig. 4.1 - Significatività degli impatti all'interno del processo valutativo

Un esempio di check list relativa alla valutazione della significatività degli impatti è rappresentato in **tab 4.1**, nella quale vengono indicate le caratteristiche peculiari dell'ambiente, dell'impatto, delle mitigazioni e del grado di accettabilità della società.

Caratteristiche ambiente recettore	Uso del suolo
	Valore degli Habitat presenti
	Presenza di Recettori Sensibili
	Presenza di Siti Naturali Protetti o segnalati
Caratteristiche di intensità ed estensione dell'impatto	Singolo, Multiplo o Cumulativo
	Diretto o Indiretto
	Estensione Territoriale
	Reversibilità degli effetti
	Intensità della Pressione Ambientale
	Distanza dai Bersagli Sensibili
	Conformità con gli obiettivi di sostenibilità ambientale
Resilienza dell'ambiente	Capacità di assorbimento degli impatti
	Grado di Reversibilità dell'impatto
	Sostenibilità dell'impatto nelle aree circostanti il progetto
Livello di Mitigazione attuabile	Rispetto dei limiti o standard di legge
	Minimizzazione degli impatti residui
	Miglioramenti ambientali connessi
	Implementazione e Gestione della mitigazione
	Efficacia mitigativa e accettabilità delle Comunità Locali
Affidabilità nella Previsione degli Impatti	Probabilità di Accadimento
	Qualità e quantità dei dati utilizzabili o utilizzati
	Quantificazione del Rischio
	Possibilità di effettuare monitoraggi attendibili e connessi
Grado di interesse ed accettabilità sociale	Vantaggi potenziali per le comunità locali (qualità della vita)
	Presenza di aspetti culturali e sociali connessi all'opera
	Presenza sul territorio di gruppi di interesse
	Equità o inequità del progetto

tab. 4.1 - *Check list per la Valutazione della significatività degli impatti (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council 1996, Modificato)*

Viene infine presentato di seguito un modello di check list relativa ad un progetto sottoposto alla procedura di valutazione di impatto ambientale, relativamente alle attività progettuali, alle componenti ambientali e all'identificazione delle potenziali alternative.

PROGETTO

- Ubicazione Lavori
- Occupazione dell'area di ubicazione e confini
- Demolizione od occupazione di proprietà

- Strutture sotterranee - gallerie, scavi, lavori di drenaggio
- Strutture aeree - edifici, movimenti terra, recinzioni, altre strutture
- Strutture in mare aperto
- Variazioni nella destinazione d'uso del terreno
- Strade di accesso
- Chiusura, deviazione o modifica del tracciato di strade esistenti, servizi corpi idrici, ecc.

- *Fase di costruzione*
 - Rilevamenti e prove
 - Sgombro e preparazione del sito
 - Lavori di sterro, compresi rimozione e riempimento, trivellazioni e scavi
 - Argini, dighe parallele alla costa, rivestimenti, drenaggio
 - Attraversamento, deviazione e drenaggio dei corsi d'acqua etc.
 - Fornitura di materiali, energia, acquacoltura
 - Impianti, movimento dei lavoratori e dei materiali, accatastamento, brillamento, trivellazione
 - Smaltimento dei rifiuti – sterro, detriti, rifiuti domestici e pericolosi, materiali in eccesso
 - Eliminazione degli effluenti e delle acque di scorrimento del sito
 - Emissioni di impianti e veicoli nell'atmosfera
 - Emissione di luce, calore, rumore e altre radiazioni
 - Produzione di polvere
 - Uso di materiali pericolosi
 - Occupazione temporanea e accesso ai cantieri
 - Stoccaggio temporaneo Spostamenti di veicoli in sito e fuori sito
 - Occupazione nelle costruzioni
 - Alloggi e strutture per i lavoratori

- *Fase Operativa*
 - Produzione ed altri processi
 - Fornitura di materiali, energia e acqua
 - Combustione di carburanti nelle attrezzature mobili e stazionarie
 - Stoccaggio, manipolazione e trasporto di materiali pericolosi
 - Emissione di residui nell'area, nell'acqua, nel suolo e nelle fognature
 - Emissioni di luce calore, rumore, e altre radiazioni
 - Produzione e smaltimento dei rifiuti – residui di processo, residui di processo, residui minerali, attrezzature in esubero, materiali in esubero, materiali in eccedenza, rifiuti pericolosi
 - Uso di materiali pericolosi, per esempio pesticidi per la conservazione, decongelamento
 - Incidenti – esplosioni, fuoriuscite accidentali, incendi, etc
 - Spostamenti di veicoli in sito e fuori sito
 - Organizzazione di servizi ausiliari
 - Occupazione permanente
 - Alloggi e strutture per i lavoratori

- *Smantellamento e Ripristino del Sito*
- Smantellamento e demolizione
- Sgombero dei materiali
- Ripulitura del sito – suolo e acqua sotterranee
- Sgombero e riassetto del sito
- Uso successivo del sito
- Misure di controllo e di attenuazione a lungo termine

COMPONENTI AMBIENTALI

- *Componenti fisiche*
 - Geologia e condizioni del terreno
 - Suolo – qualità, quantità, stabilità
 - Minerali e risorse energetiche
 - Risorse idriche superficiali – qualità, quantità
 - Risorse idriche sotterranee – qualità, quantità
 - Mari e oceani ad inclusione delle acque costiere e degli estuari
 - Clima e microclima
 - Pesca, pesca con lenza, navigazione, estrazione d'acqua, usi ricreativi (balneazione)
 - Qualità dell'aria

- *Suolo ed uso del suolo*
 - Uso del suolo - residenziali, commerciali, ricreativi, agricoli, zone verdi, comunità
 - Case, giardini ed altre proprietà
 - Proprietà dei terreni
 - Sviluppi pianificati e modifiche nella destinazione d'uso dei terreni
 - *Risorse Naturali*
 - Habitat e specie
 - Biodiversità, diversità genetica, produttività, apporto di sostanze nutritive
 - Insetti, organismi esotici, malattie

- *Salute Pubblica e Disagio per le Comunità*
 - Visibilità/vista
 - Rumori e vibrazioni
 - Rischi per gli esseri umani e l'ambiente
 - Salute, benessere, comodità sicurezza personale
 - Coesione e identità comunitaria condizioni di traffico
 - Affari aziende agricole, commercio, industria
 - Condizioni sociali – impiego, demografia, condizioni di alloggio, economia locale
 - Preoccupazioni particolari – diritti delle minoranze, associazioni culturali, istituzioni culturali, istituzioni sociali

- *Patrimonio Storico Culturale*
 - Risorse archeologiche, storiche e culturali (p.e., architettoniche), caratteristiche, siti, paesaggi
 - Risorse del paesaggio
- *Infrastrutturazione dell'area di studio*
 - Capacità delle infrastrutture – smaltimento dei rifiuti, raccolta e trattamento delle acque reflue, strade, energia, acqua e telecomunicazioni
 - Servizi pubblici – approvvigionamento idrico, reti elettriche gasdotti, etc
 - Servizi sensibili alle interferenze, disturbi elettrici

IDENTIFICAZIONE DELLE POTENZIALI ALTERNATIVE

- Gestione della domanda/alternative di conservazione
 - Tentativi per soddisfare la domanda
 - Ubicazione/strade
 - Processi/tecnologie
 - Metodi di lavoro
 - Mappa e struttura del sito
 - Progetto della struttura
 - Tipi e fonti di materia prima
 - Specifiche dei prodotti
 - Scelta dei tempi
 - Programma di attuazione
 - Dimensioni
 - Responsabilità dell'attuazione
 - Controllo dell'inquinamento
 - Smaltimento/riciclaggio/recupero/riutilizzo dei rifiuti
 - Misure d'accesso
 - Servizi ausiliari
 - Metodi e sistemi di gestione
 - Responsabilità e procedure di gestione dell'ambiente
 - Impiego e formazione del personale
 - Controllo e piani di emergenza
 - Disposizioni in materia di smantellamento e ripristino dei siti e recupero

4.1.2 Matrici

Matrici Azioni-Componenti

Sono tabelle a doppia entrata in cui vengono messe in relazione le azioni di progetto con le componenti ambientali interferite nelle fasi di costruzione, esercizio e di dismissione dell'opera. All'incrocio delle righe con le colonne si configurano gli impatti potenziali.

Le matrici possono essere di tipo *qualitativo* o *quantitativo*. Nel primo caso quando un impatto è ritenuto possibile la corrispondente casella viene segnata con un simbolo grafico. Con l'utilizzo delle matrici di tipo quantitativo, invece, non solo viene evidenziata l'esistenza dell'impatto ma ne vengono stimate l'intensità e l'importanza nell'ambito del caso oggetto di studio mediante l'attribuzione di un punteggio numerico.

L'esempio più noto di applicazione della metodologia descritta

è la matrice di Leopold che contiene un elenco di 100 azioni di progetto e 88 componenti ambientali; la matrice prevede pertanto 8800 possibili impatti. Le caselle di intersezione tra righe e colonne vengono suddivise in 2 parti nelle quali viene fornita una stima degli impatti individuati mediante valori numerici rappresentativi dell'intensità e dell'importanza dell'impatto. In **fig. 4.2**³ è riportato uno schema parziale della matrice di Leopold.

La matrice di Leopold presenta numerosi problemi sia di carattere gestionale, a causa della numerosità delle azioni e degli aspetti ambientali considerati, che di metodo, in quanto consente di mettere in evidenza soltanto l'impatto delle azioni elementari sulle componenti ambientali mentre vengono trascurati gli impatti di ordine superiore. Per risolvere i problemi di carattere gestionale possono essere realizzate matrici specifiche con un numero di azioni e componenti dimensionato sulla base



³ Vismara Renato, *Ecologia Applicata*, Milano, Hoepli Editore, 1992, p. 499 tratto da: Bettini V., Falqui E., Alberti M., *Il bilancio di impatto ambientale*, CLUP-CLUED, Milano, 1984.

del caso oggetto di studio. Per l'individuazione degli impatti di ordine superiore possono essere utilizzate matrici a più livelli (sistemi di matrici), descritte nel paragrafo seguente.

Sistemi di Matrici

Sono costituiti da più matrici tra loro interagenti. La prima matrice mette in relazione le azioni progettuali con le componenti ambientali suscettibili di impatto e permette pertanto di individuare gli impatti diretti generati dalla realizzazione dell'opera in progetto. Nella seconda matrice vengono confrontati gli impatti individuati nella prima con le componenti ambientali allo scopo di identificare gli impatti di ordine successivo, come illustrato in **fig. 4.3**⁴. La procedura consente di seguire la catena di eventi innescata dalle azioni di progetto sull'ambiente, configurandosi pertanto come strumento intermedio tra le matrici tradizionali ed i networks.

4.1.3 Networks

Sono diagrammi di flusso che rappresentano le catene di impatti generati dalle attività di progetto. Tale metodologia consente di mettere in evidenza non solo le conseguenze dirette delle azioni di progetto sulle componenti ambientali, ma anche gli effetti che gli impatti di secondo ordine o di ordine superiore esercitano a carico di altre variabili che compongono il sistema ambientale considerato. In **fig. 4.4**⁵ viene riportato, a titolo di esempio, un network per l'analisi degli impatti potenziali generati dalla realizzazione di un bacino idrico.

La rappresentazione grafica alla base della metodologia rappresenta un efficace sistema di comunicazione delle relazioni causa-effetto innescate dalla realizzazione dell'opera. Tuttavia la rete di interazioni possibili è spesso molto complessa e la rappresentazione grafica risulta in tal caso di difficile lettura.

⁴ Canter L., *Environmental Impact Assessment*, New York, Mc Graw Hill, 1996, p. 69.

⁵ Canter L., *Environmental Impact Assessment*, New York, Mc Graw Hill, 1996, p. 82; tratto da: U.S. Soil Conservation Service, *Guide for Environmental Assessment*, Washington, D.C., 1973.

Matrice di valutazione d'impatto sull'ambiente: Organizzazione dell'informazione		A. Modificazione								
		8. introduzione di flora e fauna esotiche	b. controlli biologici	e. modificazione dell'habitat	d. alterazione del manto vegetale	e. alterazione dell'idrologia e delle acque sotterranee	f. alterazione del drenaggio	g. regolazione degli effluenti	h. canalizzazione	i. irrigazione
<p>Raccomandazioni</p> <p>1) Individuare tutte le azioni elencate in colonna sottese al progetto in esame.</p> <p>2) Per ognuna delle azioni identificate collocate un tratto obliquo in ogni casella della matrice quando si trova un'intersezione, cioè un impatto possibile sull'ambiente.</p> <p>3) Dopo avere esaminato in questo modo la matrice collocare nell'angolo superiore sinistro della casella sbarrata una cifra che va da 1 a 10 che indichi l'importanza teorica dell'impatto possibile (10 rappresenta l'impatto massimo, 1 l'impatto minimo; non ci sono zeri). Davanti ad ogni cifra mettere + se l'impatto è positivo. Nell'angolo inferiore destro della casella mettere una cifra da 1 a 10 che indichi l'importanza dell'impatto possibile.</p> <p>4) Il testo che accompagna la matrice sarà un commento dei più significativi impatti: le linee e le colonne con un grande numero di caselle riempite e le caselle che presentano i valori più elevati.</p>										
Elementi di intersezione										
Caratteristiche fisiche e chimiche	1 terra	a. risorse minerarie	1	2	3					
		b. materiali da costruzione								
		c. suolo								
		d. aspetto del terreno								
		e. campo gravitazionale e radiazioni								
		f. caratteristiche fisiche particolari								
	2 acqua	a. superficiali								
		b. marittime								
		c. sotterranee								
		d. qualità								
		e. temperatura								
	3 atmosf.	f. ricarica della falda								
		g. neve-ghiaaccio								
		a. qualità								
	Processo dinamico	b. clima (micro, macro)								
		c. temperatura								
a. inondazioni										
b. erosione										
c. depositi (sedimentazioni, precipitazioni)										
d. soluzione										
e. assorbimento ionico complesso										
f. compattazione										
g. stabilità (frammenti, scivolamenti)										
h. terremoto										

fig. 4.2 - Matrice di Leopold – schema parziale.

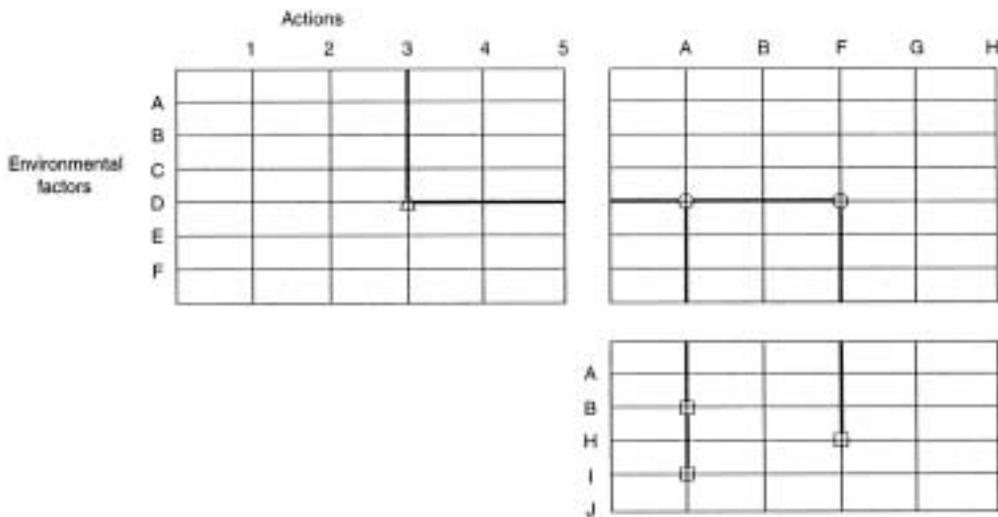


fig. 4.3 - Sistemi di matrici

4.1.4 Geographical Information System (GIS)

I sistemi informativi geografici (SIG) sono un insieme di strumenti informatici volti alla creazione, manipolazione, rappresentazione ed analisi di database elettronici contenenti informazioni territoriali georiferite. Le informazioni riferite a matrici ambientali diverse o a diversi



aspetti del territorio possono essere combinate per evidenziarne le relazioni logiche, temporali, causali o spaziali, oppure essere sottoposte ad analisi statistiche o classificate secondo diversi paradigmi o criteri definiti a priori.

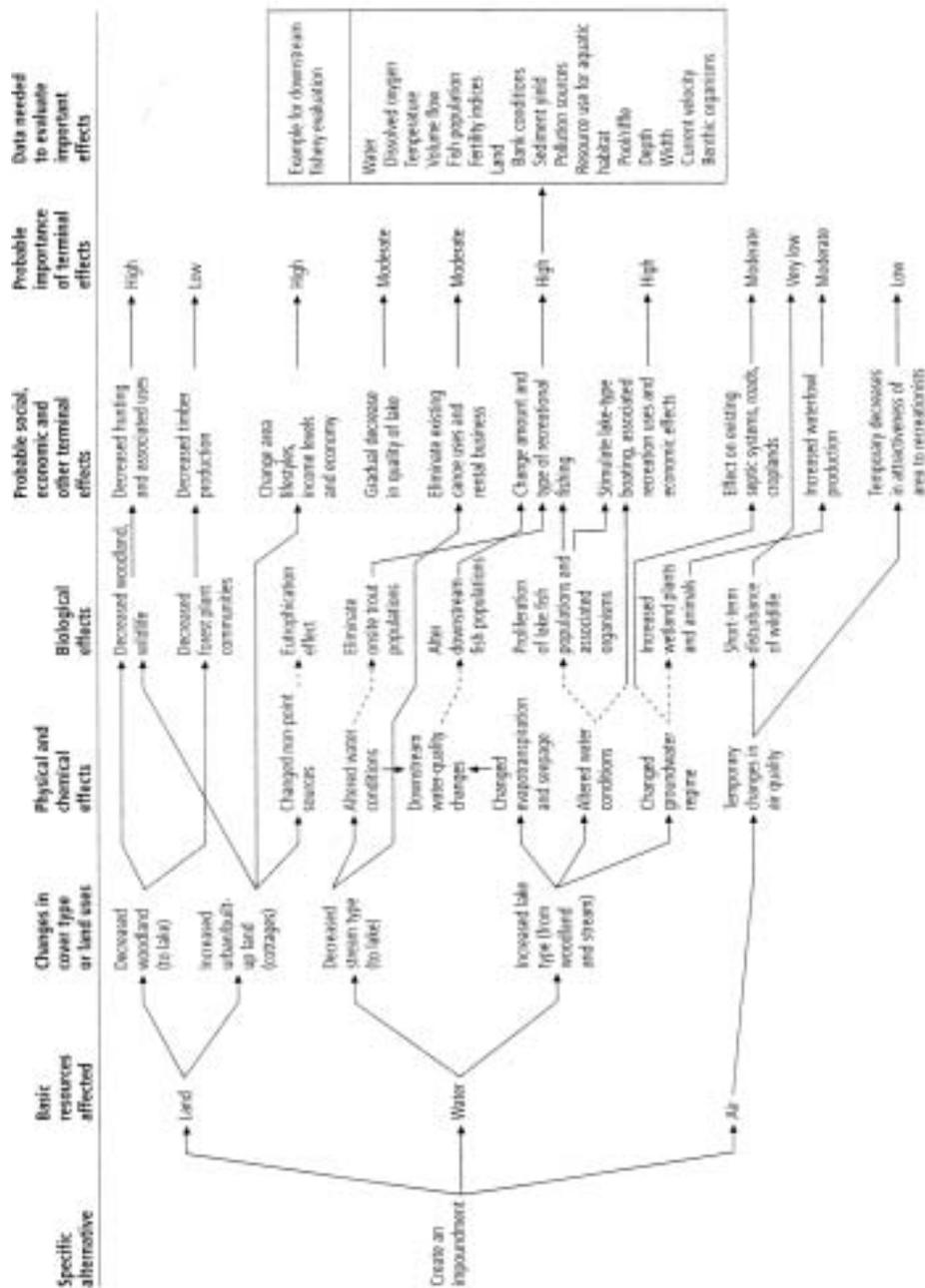


fig. 4.4 - Esempio di network per l'analisi degli impianti generali dalla realizzazione di un bacino idrico.

L'uso di tali strumenti nella Valutazione di Impatto Ambientale è evidente: utilizzando i SIG è possibile, oltre ad analizzare lo stato attuale di un territorio, esplorare una possibile serie di scenari valutando le possibili conseguenze di azioni ed interventi sul territorio. Occorre sottolineare come i SIG siano solo strumenti di analisi e come abbiano precisi limiti nella gestione di informazioni molto complesse. Ciò che possono fare al meglio è facilitare la gestione coerente e consistente delle metodologie di valutazione di impatto ed essere d'aiuto nel dare testimonianza dei risultati con una documentazione completa e difendibile, direttamente utile a supporto del processo di decisione.

Nella Valutazione di Impatto Ambientale ogni tipo di informazione georiferita è naturalmente legata ad oggetti ambientali ed attualmente sono proprio i SIG gli strumenti più ampiamente impiegati per l'identificazione e classificazione di tali oggetti. Con i SIG, data la loro versatilità, è possibile implementare quasi ogni metodo di analisi ambientale; occorre quindi non confondere gli strumenti impiegati con i metodi e i modelli che guidano le analisi. Infatti la scelta dei metodi di analisi condiziona ampiamente la definizione degli oggetti ambientali sia in senso spaziale (forma e posizione) che per le caratteristiche descrittive e informative degli stessi (attributi).

Bailey (1994) identifica cinque metodi di classificazione ambientale e tutti vengono correntemente implementati in svariati SIG:

- **Metodo Gestalt** – Un sistema di interpretazione umana, olistica ed intuitiva, ampiamente usato per l'interpretazione di parametri ambientali complessi, che ha il limite di essere non ripetibile, non esplicito, non trasparente e di difficile comunicazione. È il metodo comunemente impiegato ad esempio nella fotointerpretazione. Il risultato è una classificazione di superfici spazialmente contigue per successive divisioni.
- **Sovrapposizione di mappe (map overlay)** – Il metodo è basato sul presupposto che i confini tra fattori considerati pertinenti alla definizione di ecosistemi, siano interrelati e correlati: sono quindi considerati i confini naturali tra diversi tipi di ecosistema. Questo metodo non è privo di problematiche ampiamente discusse in letteratura (Bailey 1996).
- **Analisi multivariata a grappoli (multivariate clustering)** – Il metodo consiste nel suddividere il paesaggio in unità arbitrarie e generalizzate e nel sottoporle ad una analisi cluster secondo un elenco di attributi ambientali selezionati. È una classificazione agglomerativa non legata alla premessa della contiguità spaziale delle classi. Il metodo è criticato in quanto i cluster ottenuti non sono necessariamente "ecologici".
- **Analisi digitale dell'immagine (digital processing image)** – Il metodo classifica l'ambiente utilizzando attributi visibili da piattaforme remote quali le emissioni e gli assorbimenti di spettro. Il telerilevamento è utile per la classificazione dell'uso del suolo ma gli attributi ecologicamente rilevanti sono difficili da derivare. È un altro metodo agglomerativo e tipicamente usa le tecniche di clustering come la *k*-means.
- **Metodo del controllo dei fattori (control factor method)** – Presuppone di inferire confini ecologici da mappe o da fattori di controllo ecologico postulati

quali le proprietà del suolo, la geologia ed il clima. Il valore di questa metodologia risiede nella scelta dei fattori di controllo e delle loro influenza ecologica. Sebbene sia tradizionalmente una tecnica di suddivisione del territorio, l'uso dei fattori di controllo è una pietra angolare nella classificazione ambientale.

Da questo elenco risulta evidente come spesso vengano forniti risultati di analisi elaborate con i SIG qualificate solo in funzione dello strumento utilizzato e senza che nulla venga detto dei presupposti metodologici delle analisi stesse.

4.1.5 Curve di qualità⁶

Nel campo della Valutazione di Impatto Ambientale vi è l'esigenza di rendere in modo sintetico e confrontabile un gran numero di parametri che contribuiscono ad esprimere un giudizio di qualità ambientale. Ciascuno di questi parametri è espresso con unità di misura specifica ed è rappresentabile con una propria scala di giudizio, sottesa alle valutazioni presenti in letteratura scientifica e riprese dalle varie normative comunitarie, nazionali e regionali; raramente però questa scala è chiaramente espressa e rappresentata.

È dunque viva l'esigenza di disporre di uno strumento di semplice uso, valido a livello scientifico e nello stesso tempo utile nella comunicazione ai non esperti del settore, che permetta di esprimere giudizi di qualità ambientale, operando su grandi quantità di dati, di parametri eterogenei e di scale di valutazione diverse.

Un primo aspetto di un simile strumento di valutazione consiste nell' *esigenza di rendere esplicita e condivisa la scala di valutazione della qualità* relativa ai dati ottenuti dai monitoraggi ambientali; ciò ha importanti ricadute sulla trasparenza del processo di valutazione e permette una maggiore leggibilità dei criteri utilizzati.

Un secondo aspetto è relativo alla necessità di *omogeneizzare le scale di valutazione* in modo da potere trattare contestualmente più parametri o confrontare diverse componenti ambientali.

Presso il Coordinamento VIA/VAS di Arpa Piemonte è stato sviluppato un metodo derivato dall'analisi della letteratura, a partire dalle prime esperienze in campo di pianificazione e valutazione dell'ambiente degli anni 70 dell'Istituto Battelle (Dee N. et al., 1973) fino ai sistemi di valutazione multicriterio, in cui vengono individuate ed esplicitate le funzioni di qualità ambientale per specifici parametri che esprimono il giudizio di qualità implicito nelle normative ed introducono, dove necessario, ulteriori valori desunti dalla letteratura o dal parere di esperti. In **fig. 4.5**⁷ vengono riportate le curve di correlazione utilizzate nell'ambito della metodologia per il calcolo del Chemical Index,

⁶ Antonelli L., Nava G., Maffiotti A., (con la collaborazione di: Cadum E., Grosa M., Fogola J., Lollobrigida F., Sesia E.), *Metodo di integrazione e normalizzazione del giudizio di qualità ambientale per la valutazione di set eterogenei di parametri*, ARPA Piemonte, in stampa.

un indice sintetico utilizzato in Germania per il monitoraggio delle acque dei fiumi. Il Coordinamento VIA/VAS ha ripreso le esperienze esistenti in letteratura e ha ridefinito le curve sulla base della più recente normativa comunitaria, nazionale e regionale e sulla base della situazione territoriale piemontese.

Le curve di funzione che costituiscono il modello interpretativo, individuate da semplici tabelle e nomogrammi, vengono descritte da equazioni che permettono di passare rapidamente dai valori dei parametri ambientali rilevati (concentrazioni, livelli sonori ecc...) a valori di qualità espressi tramite un **Indice di Qualità Ambientale (IQA)**. Tale indice assume valori compresi tra 0 e 1, ai quali viene convenzionalmente assegnato, rispettivamente, il significato di *Qualità ambientale pessima (IQA=0)* e *Qualità ambientale ottimale (IQA=1)*.

L'uso di indici normalizzati può anche consentire di descrivere la qualità di ciascuna componente ambientale (acqua, aria, suolo, etc.) oggetto di monitoraggio tramite la definizione di un indice di qualità complessivo o sintetico ottenuto, ad esempio, componendo i singoli indici di qualità ambientale, ciascuno eventualmente "pesato" per un valore che esprime l'importanza relativa attribuita al parametro.

Il metodo di valutazione descritto può essere applicato in momenti diversi dell'analisi ambientale:

- in *fase di valutazione di impatto ambientale* per definire la significatività degli impatti stimati, cioè stabilire se la variazione prevista per i diversi indicatori produce una significativa variazione della qualità ambientale ed indicarne l'entità rispetto ad una scala di riferimento convenzionale;
- in *fase di monitoraggio* in corso d'opera e post-operam, per valutare la variazione di qualità ambientale sottesa alla variazione dei valori di ciascun parametro misurato e, pertanto, per descrivere le tendenze evolutive della qualità ambientale di ciascuna componente monitorata nel breve e nel lungo periodo.

In tal modo è possibile segnalare precocemente situazioni di peggioramento della qualità ambientale al fine di prevenire l'insorgere di situazioni di rischio per l'ambiente e la salute pubblica.

Il metodo, quindi, va oltre la verifica del superamento di soglie o limiti definiti dalla legislazione ed è orientato ad esprimere in modo sintetico e confrontabile un giudizio sulla qualità ambientale e sulla sua variazione nel tempo, così come espressa dai parametri monitorati.

Il metodo descritto è in fase di implementazione per la valutazione dei risultati del monitoraggio ambientale della linea ferroviaria ad Alta Capacità Torino-Milano. I dati

⁷ Vismara Renato, *Ecologia Applicata*, Milano, Hoepli Editore, 1992, p. 337

⁸ Ai sensi del DPCM 377/88 le componenti ambientali analizzate nel metodo proposto sono le seguenti: Acque Superficiali e Sotterranee, Atmosfera, Clima Fisico (Rumore, Vibrazioni, Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti), Economia, Energia, Ecosistemi, Fauna, Paesaggio, Salute Pubblica, Suolo e Sottosuolo, Territorio, Vegetazione, Viabilità.

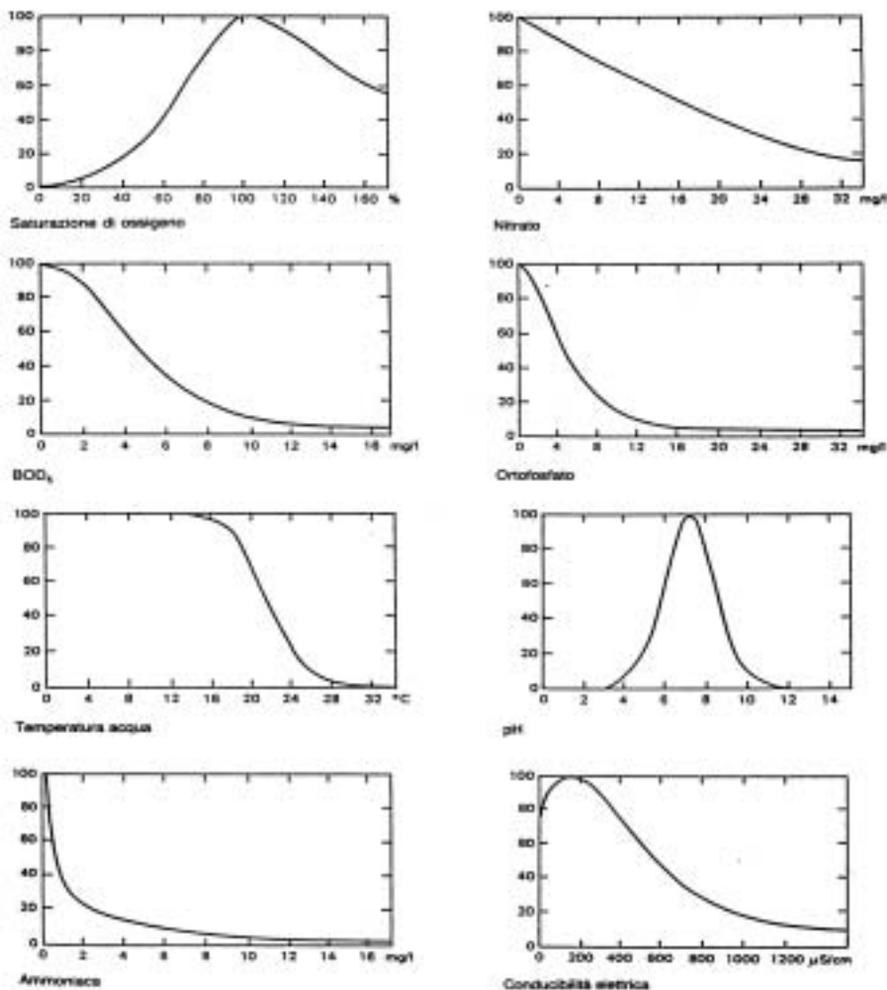


fig. 4.5 - Curve di correlazione utilizzate per il calcolo del Chemical Index.

sperimentali vengono, attraverso l'utilizzo di uno strumento informativo, inseriti in un sistema di valutazione multicriterio che consente di evidenziare nel tempo la variazione della qualità ambientale correlata alla variazione di ciascun parametro oggetto del monitoraggio. A titolo di esempio viene presentata l'applicazione del metodo per alcuni indicatori utili ad esprimere la qualità ambientale relativamente alle componenti "acque superficiali" e "atmosfera". Per ciascun indicatore sono state predisposte schede comprensive della descrizione del parametro e delle modalità con cui è stato individuati i punti fissi di interpolazione (riferimenti normativi, valori derivanti dal giudizio di esperti del settore); viene quindi riportato l'andamento della curva-funzione risultante dall'interpolazione di tali valori.

Componente: acque superficiali – corsi d'acqua superficiali

Parametro: ossigeno disciolto

Descrizione del parametro

In un corso d'acqua l'ossigeno disciolto dipende dal bilancio tra attività fotosintetica ed attività respiratoria della comunità acquatica, e dagli scambi gassosi che avvengono all'interfaccia acqua/aria. Lo scarico in un corso d'acqua di sostanze organiche provoca un consumo dell'ossigeno disciolto in quanto questo viene utilizzato dai microorganismi aerobi per la degradazione delle sostanze organiche con produzione di acqua, CO₂, nitrati, solfati, fosfati. Se il carico inquinante è notevole si assiste ad un progressivo consumo dell'ossigeno disciolto nelle acque. Conseguentemente si instaurano condizioni di anossia e si innescano reazioni di decomposizione della sostanza organica ad opera di microorganismi anaerobi con produzione di composti tossici e maleodoranti, quali i solfuri, l'ammoniaca, le ammine. Con l'allontanarsi dal punto di scarico la sostanza organica viene progressivamente mineralizzata ed il processo di deossigenazione procede in modo sempre più rallentato. Contemporaneamente nuovo ossigeno, per via del deficit che si crea nell'ambiente acquatico, passa dall'aria alla fase acquosa fino al raggiungimento delle condizioni di saturazione. Il processo è favorito dalla turbolenza del corpo idrico che facilita gli scambi gassosi all'interfaccia aria/acqua.

La riduzione dell'ossigeno nell'ambiente acquatico porta ad alterazioni della struttura e funzionalità dell'ecosistema fluviale con perdita delle specie che non tollerano la scarsità dell'ossigeno. Ad esempio nel caso della fauna ittica si assiste ad una scomparsa delle specie salmonicole a vantaggio di quelle ciprinicole, in grado di vivere in ambienti parzialmente alterati.

Definizione della curva di qualità

Il riferimento legislativo utilizzato per la definizione della curva-funzione è il D.Lgs. n. 152/99 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento. Il Decreto (all 1) utilizza come parametro macrodescrittore il modulo della differenza (100 - Ossigeno Disciolto), che esprime la distanza dalle condizioni di saturazione.

Ai fini della definizione della curva-funzione sono stati assegnati valori cardine dell'Indice di Qualità Ambientale ai valori del parametro che definiscono soglie tra le classi che individuano i livelli di inquinamento espressi dal parametro.

Il valore massimo dell'Indice di Qualità Ambientale è stato attribuito al valore nullo del modulo della differenza (100-Ossigeno Disciolto), ossia al 100% di saturazione. Il valore nullo dell'Indice di qualità ambientale è stato assegnato ad un valore concordato con esperti del settore. Lo schema adottato è il seguente:

Valore del parametro	IQA
Min. valore della differenza 100-O.D	1
Soglia tra primo e secondo livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.8
Soglia tra secondo e terzo livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.6
Soglia tra terzo e quarto livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.4
Soglia tra quarto e quinto livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.2
Valore assegnato concordato con esperti del settore	0

Dall'interpolazione dei valori cardine con una funzione polinomiale si ottiene la curva di equazione:

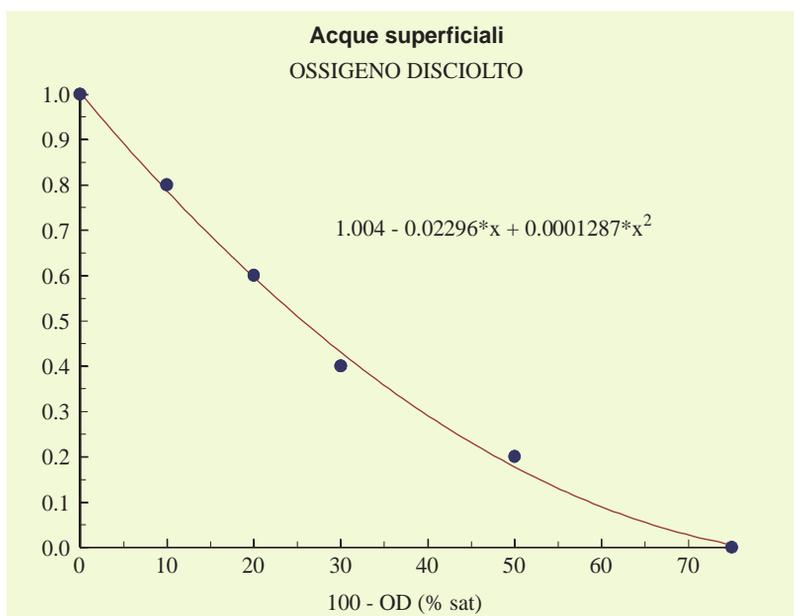
$$y = 1.004 - 0.02296 x + 0.0001287 x^2$$

Componente: acque superficiali – corsi d'acqua superficiali

Parametro: ossigeno disciolto

Attribuzione Indice di Qualità Ambientale						
Parametro (unità di misura)	Min valore riscontrabile	Soglie che definiscono i livelli di inquinamento espressi dai macrodescrittori e valore dell'Indice di qualità				Valore assegnato
		Soglia liv. 1	Soglia liv. 2	Soglia liv. 3	Soglia liv. 4-5	
100-OD (% sat.)	0	10	20	30	50	75
IOA	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0

Curva di qualità



Componente: acque superficiali – corsi d'acqua superficiali

Parametro: azoto ammoniacale

Descrizione del parametro

L'azoto può trovarsi nei corpi idrici in numerose forme: azoto molecolare (N_2), azoto organico, ione ammonio (NH_4^+), che è in equilibrio con l'ammoniaca in funzione del pH, ione nitrito (NO_2^-) e soprattutto ione nitrato (NO_3^-). L'azoto nitroso, generalmente, è presente solamente nelle acque povere di ossigeno disciolto.

La presenza di ammoniaca nell'acqua è legata agli scarichi fognari, all'inquinamento di origine industriale, ai liquami zootecnici e all'utilizzo in agricoltura di fertilizzanti contenenti ammonio. La sua presenza, anche in tracce, è spesso indice di inquinamento organico recente o in atto poiché è uno dei primi composti azotati che si formano dalla decomposizione degli aminoacidi presenti nelle proteine; successivamente l'ammoniaca viene trasformata in nitrati e poi in nitriti con conseguente consumo di ossigeno.

Il rapporto tra la forma non ionizzata (NH_3) e ionizzata (NH_4^+) è regolato dal pH: a pH acidi prevale la forma ionizzata non tossica, mentre a pH basici prevale la forma non ionizzata che risulta tossica per la fauna acquatica.

Definizione della curva di qualità

Il riferimento legislativo è il D. Lgs n. 152/99 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento ai sensi del quale il parametro "Azoto ammoniacale" è considerato un macrodescrittore.

La curva di qualità è stata definita assegnando valori cardine dell'Indice di Qualità Ambientale ai valori del parametro che definiscono soglie tra le classi che individuano i livelli di inquinamento espressi dai macrodescrittori, secondo lo schema seguente:

Valore del parametro	IQA
Soglia tra primo e secondo livello di inquinamento dei macrodescrittori	1
Soglia tra secondo e terzo livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.75
Soglia tra terzo e quarto livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.5
Soglia tra quarto e quinto livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.25
Valore assegnato concordato con esperti del settore	0

Il valore massimo dell'Indice di Qualità Ambientale (IQA=1) è stato attribuito al valore del parametro che definisce la soglia tra il primo ed il secondo livello di inquinamento dei macrodescrittori; tale valore (0.03 mg/l) coincide con il limite di quantificazione usato da ARPA Piemonte nella rete di monitoraggio regionale delle acque superficiali.

Il valore nullo dell'Indice di Qualità Ambientale (IQA=0) è stato attribuito ad un valore del parametro concordato con esperti del settore.

Dall'interpolazione dei valori cardine con una funzione logaritmica si ottiene la curva di equazione:

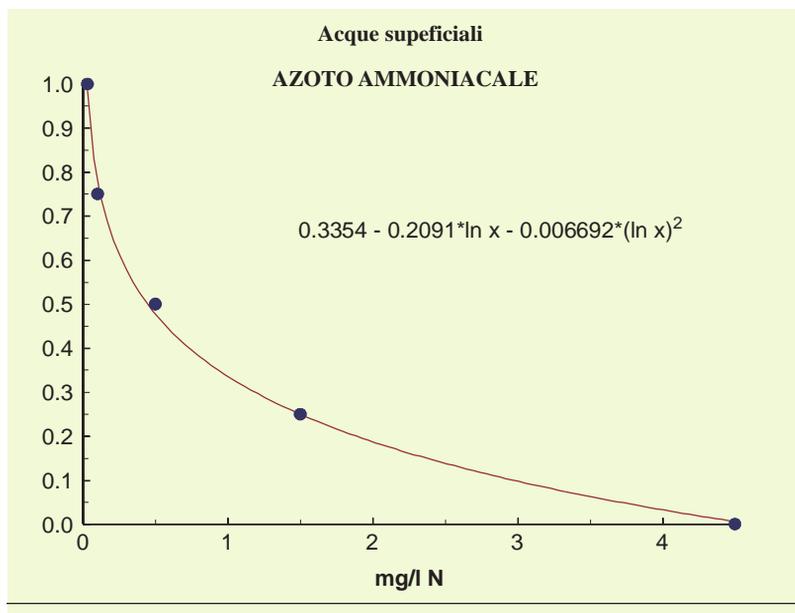
$$y = 0.3354 - 0.2091 \cdot \ln x - 0.006692 \cdot (\ln x)^2$$

Componente: acque superficiali – corsi d'acqua superficiali

Parametro: azoto ammoniacale

Attribuzione Indice di Qualità Ambientale					
Parametro (unità di misura)	Soglie che definiscono i livelli di inquinamento espressi dai macrodescrittori e valore dell'Indice di qualità				Valore assegnato
	Soglia liv. 1	Soglia liv. 2	Soglia liv. 3	Soglia liv. 4-5	
N-NH ₄ (mg/l N)	0.03	0.10	0.5	1.5	4.5
IQA	1	0.75	0.5	0.25	0

Curva di qualità



Componente: acque superficiali – corsi d'acqua superficiali

Parametro: Escherichia-Coli

Descrizione del parametro

La presenza di E-Coli, batterio appartenente ai coliformi fecali, in un campione di acqua indica una contaminazione in atto di origine fecale dovuta a scarichi civili contenenti residui metabolici umani. Il batterio, infatti, ha come habitat l'intestino dell'uomo e degli altri animali a sangue caldo. E-Coli non è un microrganismo patogeno ma la sua presenza segnala una contaminazione di origine fecale e può pertanto essere associata a quella di altri microrganismi patogeni.

Definizione della curva di qualità

Il riferimento legislativo è il D. Lgs n. 152/99 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, ai sensi del quale il parametro "E-Coli" è considerato un macrodescrittore.

La curva di qualità è stata definita assegnando valori cardine dell'Indice di Qualità Ambientale ai valori del parametro che definiscono soglie tra le classi che individuano i livelli di inquinamento espressi dai macrodescrittori, secondo lo schema seguente:

Valore del parametro	IQA
Soglia tra primo e secondo livello di inquinamento dei macrodescrittori	1
Soglia tra secondo e terzo livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.75
Soglia tra terzo e quarto livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.5
Soglia tra quarto e quinto livello di inquinamento dei macrodescrittori	0.25
Valore assegnato concordato con esperti del settore	0

Il valore massimo dell'Indice di Qualità Ambientale (IQA=1) è stato attribuito al valore del parametro che definisce la soglia tra il primo ed il secondo livello di inquinamento dei macrodescrittori.

Il valore nullo dell'Indice di Qualità Ambientale (IQA=0) è stato attribuito ad un valore del parametro concordato con esperti del settore.

Dall'interpolazione dei valori cardine con una funzione logaritmica si ottiene la curva di equazione:

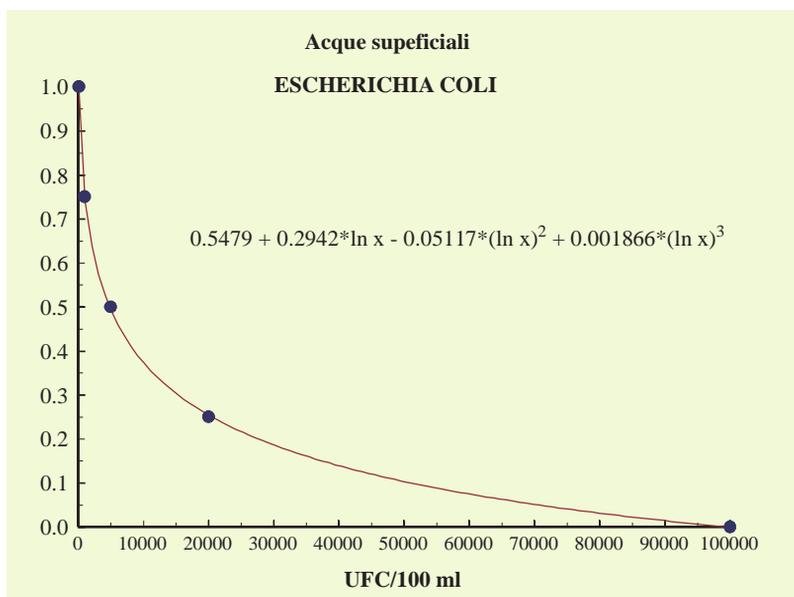
$$y = 0.5479 - 0.2942 \cdot \ln x + 0.05117 \cdot (\ln x)^2 + 0.001866 \cdot (\ln x)^3$$

Componente: acque superficiali – corsi d'acqua superficiali

Parametro: Escherichia-Coli

Attribuzione Indice di Qualità Ambientale					
Parametro (unità di misura)	Soglie che definiscono i livelli di inquinamento espressi dai macrodescrittori e valore dell'Indice di qualità				Valore assegnato
	Soglia liv. 1	Soglia liv. 2	Soglia liv. 3	Soglia liv. 4-5	
E-Coli (UFC/100 ml)	100	1000	5000	20000	100000
IQA	1	0.75	0.5	0.25	0

Curva di qualità



Componente: atmosfera

Parametro: monossido di carbonio

Descrizione del parametro

È l'inquinante gassoso prodotto in quantità maggiori. Si forma secondo i seguenti processi: combustione incompleta di carbonio o di composti contenenti carbonio, reazione ad elevata temperatura tra la CO_2 ed i composti contenenti carbonio, dissociazione ad elevate temperature di CO_2 a dare monossido di carbonio ed ossigeno.

La fonte antropica più importante è costituita dai mezzi di trasporto, in particolare dai gas di scarico dagli autoveicoli a benzina. Altre sorgenti antropiche sono alcuni processi industriali come la produzione di acciaio e di ghisa, la raffinazione del petrolio, l'industria del legno e della carta. Vi sono poi le emissioni di CO dovute alla combustione in impianti fissi con l'impiego di carbone, olio combustibile e legno, mentre la combustione del gas naturale produce quantitativi di CO trascurabili.

L'effetto tossico del monossido di carbonio sulla salute umana è dovuto all'elevata affinità (circa 220 volte maggiore di quella dell'ossigeno) che esso mostra nei confronti dell'emoglobina del sangue. Il monossido di carbonio si lega all'emoglobina con formazione della carbossiemoglobina, composto molto stabile che impedisce il trasporto dell'ossigeno da parte della stessa emoglobina dai polmoni alle varie parti del corpo.

Definizione della curva di qualità

Per la definizione della curva di qualità è stato scelto come indicatore il valore medio su 8 ore. Il riferimento normativo è il DM n. 60/2002 (recepimento della Dir. 1999/30/CE e Dir. 2000/69/CE) che stabilisce:

- il valore limite per la protezione della salute umana con il relativo margine di tolleranza (all.6).
- le soglie di valutazione superiore ed inferiore (all. 7).

I valori cardine del giudizio di qualità ambientale sono stati assegnati secondo lo schema seguente:

Valore del parametro	IQA
Valore nullo	1
Soglia di valutazione inferiore	0.8
Soglia di valutazione superiore	0.6
Valore limite per la protezione della salute umana	0.4
Valore limite + margine di tolleranza	0.2
Valore assegnato concordato con esperti del settore	0

Dall'interpolazione dei valori cardine con una funzione polinomiale si ottiene la curva di equazione:

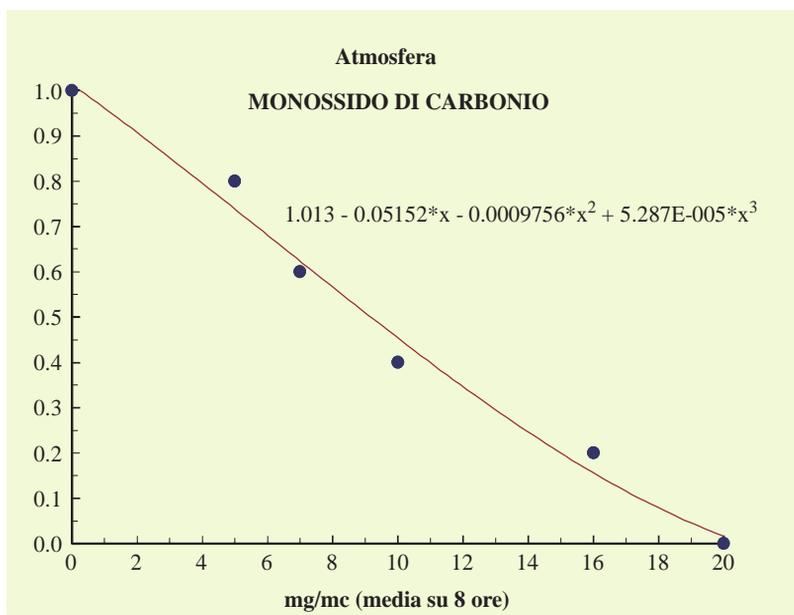
$$y = 1.013 - 0.05152 x - 0.0009756 x^2 + 5.287 \cdot 10^{-5} x^3$$

Componente: atmosfera

Parametro: monossido di carbonio

Attribuzione Indice di Qualità Ambientale						
Parametro (unità di misura)	Valore nullo	Soglia di valutazione inferiore (DM 60/02 all. 7)	Soglia di valutazione superiore (DM 60/02 all. 7)	Valore limite protezione salute umana (DM 60/02 all. 6)	Valore limite + margine tolleranza (DM 60/02 all.6)	Valore assegnato
CO (mg/m3 media su 8 ore)	0	5	7	10	16	20
IQA	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0

Curva di qualità



Componente: atmosfera

Parametro: biossido di zolfo

Descrizione del parametro

È un gas incolore dall'odore pungente. Oltre il 50% delle emissioni proviene da fonti naturali, quali eruzioni vulcaniche e processi di decomposizione della sostanza organica in condizioni aerobiche. Per quanto riguarda le fonti antropiche il biossido di zolfo si forma nei processi di combustione per ossidazione dello zolfo contenuto nei combustibili solidi o liquidi. Tra le sorgenti di origine antropica la maggiore fonte di inquinamento da ossidi di zolfo sono gli impianti fissi. Tra questi il primo posto è occupato dalle centrali elettriche, seguite dagli impianti industriali, di cui i più importanti sono le fonderie, le raffinerie di petrolio, gli impianti di acido solforico e gli impianti per la conversione del carbon fossile in coke. Il contributo delle fonderie è predominante essendo molti dei metalli utili (rame, zinco, piombo, mercurio, ecc.) presenti in natura sotto forma di solfuri nei minerali. L'anidride solforosa è infatti un sottoprodotto abituale nelle normali operazioni metallurgiche dato che, essendo lo zolfo un'impurità non desiderata nei metalli, è più facile ed economico eliminarlo dai minerali piuttosto che dal metallo finito. Per questo la maggior parte dei minerali di zolfo viene concentrata e quindi arrostita in presenza di aria con conseguente passaggio di SO_2 in atmosfera. Il traffico stradale attualmente contribuisce solo in minima parte (circa 5%) all'inquinamento da ossidi di zolfo.

Gli effetti del biossido di zolfo sulla salute dell'uomo sono principalmente legati a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti. (G. Finzi, 1989). Gli ossidi di zolfo, insieme agli ossidi di azoto, sono inoltre responsabili della formazione di piogge acide con conseguenti effetti negativi su altre componenti ambientali, quali il suolo, i corpi idrici, la vegetazione e i beni materiali.

Definizione della curva di qualità

Per la definizione della curva di qualità è stato scelto come indicatore il valore medio giornaliero. Il riferimento normativo è il DM n. 60/2002 (recepimento della Dir. 1999/30/CE e Dir. 2000/69/CE) che stabilisce:

- il valore limite orario per la protezione della salute umana (all.1)
- il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (all.1)
- le soglie di valutazione superiore ed inferiore (all. 7).

I valori cardine del giudizio di qualità ambientale sono stati assegnati secondo lo schema seguente: Tale schema di attribuzione differisce da quello utilizzato per il monossido di carbonio, precedentemente descritto.

Valore del parametro	IQA
Valore nullo	1
Soglia di valutazione inferiore	0.75
Soglia di valutazione superiore	0.5
Valore limite per la protezione della salute umana	0.25
Valore assegnato concordato con esperti del settore	0

Infatti al valore limite per la protezione della salute umana è stato assegnato un valore dell'Indice di Qualità Ambientale pari a 0.25, anziché 0.4. La scelta è giustificabile in relazione al fatto che il valore limite previsto dalla normativa è attualmente ampiamente rispettato in

tutti i siti di monitoraggio di qualità dell'aria della Regione Piemonte. Dall'interpolazione dei valori cardine con una funzione polinomiale si ottiene la curva di equazione:

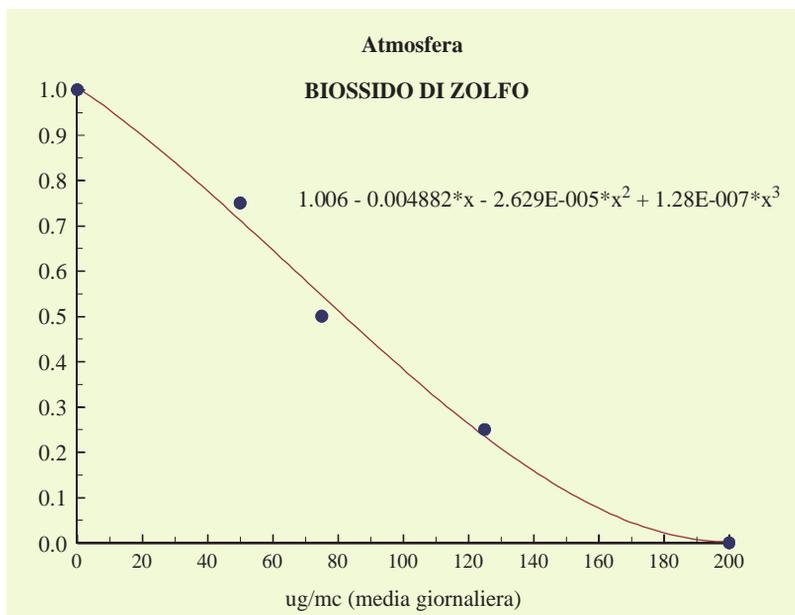
$$y = 1.006 - 0.004882 x - 2.629 x^2 + 1.28 E-007 x^3$$

Componente: atmosfera

Parametro: biossido di zolfo

Attribuzione Indice di Qualità Ambientale					
Parametro (unità di misura)	Valore nullo	Soglia di valutazione inferiore (DM 60/02 all. 7)	Soglia di valutazione superiore (DM 60/02 all. 7)	Valore limite protezione salute umana (DM 60/02 all.1)	Valore assegnato
SO ₂ (µg/m ³ media giornaliera)	0	50	75	125	250
IOA	1	0.75	0.5	0.25	0

Curva di qualità



4.2.1 Sistemi Esperti

Sono programmi che utilizzano le tecniche dell'intelligenza artificiale allo scopo di fornire o convalidare la soluzione di problemi complessi: il sistema esperto può "ragionare" usando un certo numero di principi semplici sviluppati da esperti nel campo d'interesse, operando in un dominio non descrivibile da un modello matematico. Tali principi e informazioni costituiscono la *base di conoscenza* del sistema esperto. Questo materiale è organizzato in formato idoneo alla rappresentazione informatica e le informazioni di cui si avvale possono derivare da una conoscenza empirica fondata esclusivamente sulla pratica e sull'esperienza, senza cognizioni teoriche o scientifiche. Per esempio, la base di conoscenza necessaria ad una valutazione ambientale può contenere giudizi di esperti utili all'individuazione dei potenziali impatti a partire dalle caratteristiche delle attività di progetto e dell'ambiente all'interno del quale il progetto si inserisce. Tali informazioni sono gestite dal *motore inferenziale*, che coincide con l'interfaccia utente, costituito da un interprete che decide quale regola applicare per poter aumentare la base di conoscenza e da uno schedulatore che organizza le regole e ne definisce l'ordine di esecuzione.

Le figure professionali coinvolte nell'elaborazione e nell'utilizzo di un Sistema Esperto sono tre:

- l'*utente*, che normalmente interagisce con il sistema tramite delle domande che compaiono sul video. Il sistema, dopo avere chiesto inizialmente l'obiettivo della consultazione, rivolge delle domande mirate all'utente, delle quali fornisce le possibili scelte sottoforma di risposte cablate;
- l'*ingegnere della conoscenza*, che recupera e organizza le informazioni fornite dai vari esperti di settore. Egli deve creare sia la base di conoscenza sia l'insieme di regole che compongono il motore inferenziale;
- l'*ingegnere informatico*, il quale è l'elaboratore del sistema vero e proprio. Egli sviluppa le basi software su cui deve lavorare l'ingegnere della conoscenza mediante l'utilizzo di linguaggi di programmazione ad alto livello.

Sebbene non rimpiazzino l'esperienza umana, i sistemi esperti, unitamente con i modelli di simulazione, possono assumere due importanti ruoli: integrati dall'interfaccia con l'utente possono assistere nell'utilizzo di un modello o database, fornendo competenza e supporto e possono inoltre stimare i parametri del modello ed individuarne carenze, concordanze e la fattibilità delle assunzioni dello scenario, o, in base al contesto, scegliere appropriati percorsi o strumenti valutativi attraverso il sistema informatico.

Tra i sistemi esperti più conosciuti si ricorda il *Dendral*, che identifica la formula strutturale di un composto chimico organico sulla base dei dati relativi alla spettrometria di massa e delle informazioni fornite dall'utente, il *Mycin*, utilizzato in campo medico come supporto nella scelta della terapia appropriata per la cura delle infezioni del sangue, ed il *Prospector*, che assiste il geologo nella localizzazione di giacimenti minerali mediante elaborazioni grafiche.

4.2.2 Metodo di valutazione del Rischio d'Impatto Ambientale

La valutazione della qualità ambientale non può prescindere dall'identificazione e dalla selezione degli impatti ambientali che generano o possono generare delle alterazioni della qualità stessa delle risorse; tale analisi si esplicita attraverso la valutazione della significatività di ciascun impatto e delle relazioni con le altre pressioni ambientali e con il contesto territoriale.



Nell'ambito delle procedure valutative (VIA, VAS, VIEc) inerenti la proposta di realizzazione di un'opera, l'ARPA Piemonte ha introdotto e messo a punto una serie di metodologie per l'individuazione e la valutazione della significatività dei potenziali impatti ambientali. Queste metodologie, rese utilizzabili attraverso la realizzazione di un DSS (Sistema di

Supporto Decisionale), permettono di stimare l'importanza relativa degli impatti potenziali indotti dall'attuazione di un progetto mediante l'introduzione di un indice sintetico di *Rischio d'Impatto Ambientale* associato ad ogni impatto potenziale individuato, fornendo così una visione d'insieme utile per "focalizzare" gli effetti indotti sul territorio dall'inserimento di una determinata opera nonché per agevolare e supportare la scelta di opportune misure di mitigazione fin dalla fase di progettazione.

Sul concetto di **Rischio di Impatto Ambientale (R.I.A.)**, si basa l'applicativo **Val.E.R.I.A. (VALutatore Esperto del Rischio di Impatto Ambientale)**, utilizzato dal coordinamento VIA/VAS.

Il Rischio d'Impatto Ambientale

La necessità di ricondursi a metodi per la valutazione del Rischio Ambientale si è resa opportuna in quanto i tradizionali metodi di studio di impatto ambientale, utilizzando unicamente metodologie in grado di evidenziare, indipendentemente dalle loro interazioni, gli effetti qualitativi generati da un determinato progetto sull'ambiente e sull'uomo, non consentono il confronto quantitativo tra le diverse matrici ambientali e le loro trasformazioni nel tempo. Tale limite non permette in fase di valutazione di giungere ad una quantificazione degli impatti residui risultanti dall'applicazione di opportune misure di mitigazione.

Le operazioni di individuazione, valutazione e previsione degli impatti costituiscono infatti gli elementi di base di una VIA e dunque la coerenza metodologica e l'accuratezza analitica devono costituire requisiti imprescindibili per la garanzia della soddisfacente affidabilità di uno studio. La classificazione degli impatti in categorie descrittive e scale ordinali tra loro omogenee o l'utilizzo di funzioni di utilità forniscono ai decisori ed ai soggetti interessati gli elementi necessari per poter valutare le diverse alternative progettuali e la loro eventuale rispondenza con le esigenze di sviluppo economico sostenibile.

Per consentire quindi la valutazione quantitativa disaggregata degli impatti si deve operare una riorganizzazione delle informazioni presenti negli Studi di Impatto Ambientale, effettuata nel metodo proposto per mezzo dell'analisi dei valori di Rischio d'Impatto Ambientale. Tali valori sono rappresentati da indici sintetici che indicano la possibilità che si verifichi sul sistema ambientale l'impatto potenziale con le sue caratteristiche variabili, perciò incerte. Il metodo si riconduce alla definizione di Rischio presente nella letteratura dell'analisi di Rischio, e si basa su una serie di ipotesi ed analogie.

Gli elementi necessari alla realizzazione di una valutazione sintetica sono:

- la definizione di una scala omogenea di importanza degli impatti
- la definizione del valore relativo dello stato delle risorse.

La combinazione di questi due presupposti definisce l'importanza degli impatti ambientali o il rischio che l'accadimento di un determinato impatto generi un danno ambientale.

Dal punto di vista matematico il Rischio può essere definito come una funzione della frequenza di accadimento dell'evento indesiderato e del danno ad esso associato, sia in termini quantitativi che qualitativi. La relazione basilare comunemente accettata nei diversi settori di indagine è la seguente:

$$R = F * D$$

dove:

R = Rischio

F = Frequenza di accadimento dell'evento indesiderato

D = Danno associato al singolo evento

Il rischio viene misurato in entità delle conseguenze/anno, (es. n morti/anno), la frequenza in occorrenze/anno (es. n incidenti/anno) ed il danno in entità del danno/occorrenza (es. n di morti /incidente).

Analogamente alla definizione utilizzata nell'analisi di Rischio, nel presente metodo si definisce il **Rischio di Impatto Ambientale** come la possibilità che si verifichi sul sistema ambientale un determinato impatto potenziale mediante le sue caratteri-

stiche variabili, accompagnate da un livello di incertezza. Esso è rappresentato dalla seguente relazione:

$$R. I. A. (Rischio di Impatto Ambientale) = P * D$$

nella quale alla Frequenza di accadimento (F) viene associata la **Probabilità di accadimento (P)**, ovvero la possibilità che l'evento avvenga, ed al **Danno (D)** un polinomio dipendente dalle caratteristiche d'impatto. Il risultato fornito dalla relazione è rappresentato da un numero adimensionale che indica qual è la possibilità con la quale l'impatto potenziale si manifesta. I passi necessari per l'applicazione del metodo ripercorrono le fasi costitutive delle procedure analitico-valutative descritte ad inizio capitolo.

In una prima fase viene effettuata l'analisi del progetto sottoposto alla procedura di VIA, al fine di individuare le azioni progettuali che inducono direttamente o indirettamente un impatto sul sistema ambientale; parallelamente si esamina l'ambiente interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto e si individuano e analizzano le componenti e i fattori ambientali⁸ per i quali si potrebbe verificare un'interferenza da parte delle azioni progettuali, con presumibile alterazione della qualità di tali componenti.

Attualmente tale analisi si effettua in un contesto di procedure valutative attraverso l'analisi critica del progetto e la valutazione della qualità dello stato sulla base delle informazioni territoriali in possesso dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente. La definizione delle azioni progettuali e dell'ambiente d'analisi è di basilare importanza nell'individuazione dei potenziali effetti indotti dall'opera.

Valutazione qualitativa degli impatti

La metodologia impiegata per l'identificazione degli impatti si basa sull'utilizzo di un elenco selezionato (check-list) di possibili impatti elaborato mediante il contributo fornito da esperti di settore. Al fine di valutare la compatibilità dei vari interventi con le esigenze di salvaguardia dell'ambiente, gli impatti identificati come potenziali sono specificati in base a parametri che ne definiscono le principali caratteristiche. Ad ognuno di tali parametri viene associato un giudizio qualitativo espresso mediante parole chiave, che ne standardizza gli attributi. Le caratteristiche descrittive utilizzate nell'analisi qualitativa sono riportate in **tab. 4.2** e di seguito descritte.

⁸ Ai sensi del DPCM 377/88 le componenti ambientali analizzate nel metodo proposto sono le seguenti: Acque Superficiali e Sotterranee, Atmosfera, Clima Fisico (Rumore, Vibrazioni, Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti), Economia, Energia, Ecosistemi, Fauna, Paesaggio, Salute Pubblica, Suolo e Sottosuolo, Territorio, Vegetazione, Viabilità.

CARATTERISTICHE		PAROLE CHIAVE
Fase di accadimento	Fa	Fase di cantiere / Fase di esercizio / Fase di dismissione
Distribuzione Temporale	Di	Concentrata / Discontinua/ Continua
Area di influenza	A	Globale / Diffusa / Locale
Rilevanza	Ri	Lieve / Poco Rilevante / Mediamente Rilevante / Rilevante
Reversibilità	R	Reversibile a breve termine / medio-lungo termine / Irreversibile
Probabilità di accadimento	P	Bassa / Media/ Alta
Mitigabilità	M	Parzialmente Mitigabile / Mitigabile / Non Mitigabile

tab. 4.2 - Caratteristiche d'impatto e parole chiave ad esse associate

La **Fase di accadimento** (Fa) si identifica con la fase progettuale durante la quale l'impatto inizia a manifestare la propria influenza, e può coincidere con la fase di cantiere, di esercizio o dismissione, nonché con fasi multiple ed intermedie tra queste. Tale caratteristica non dà direttamente indicazioni sull'entità del danno prodotto dall'impatto, pertanto, sebbene utilizzata nella caratterizzazione qualitativa degli impatti, non viene inserita nella quantificazione del danno per mezzo del calcolo del Rischio di Impatto Ambientale.

La **Distribuzione Temporale** (Di) definisce con quale cadenza temporale avviene il potenziale impatto, all'interno della fase di accadimento individuata. Si distingue in:

- *Continua*, se l'accadimento dell'impatto è distribuito uniformemente nel tempo;
- *Discontinua*, se l'accadimento dell'impatto è ripetuto periodicamente o casualmente nel tempo;
- *Concentrata*, se l'impatto si manifesta all'interno di un breve e singolo intervallo di tempo, relativamente alla durata della fase in cui l'impatto esercita la sua influenza.

La **Rilevanza** (Ri), riferita all'entità delle modifiche e/o alterazioni causate dal potenziale impatto su singole componenti dell'ambiente o del sistema ambientale complessivo. Si distingue in:

- *lieve*⁹, quando l'entità delle alterazioni è tale da poter essere considerata come trascurabile in quanto non supera la soglia di rilevanza strumentale;
- *poco rilevante*, quando l'entità delle alterazioni è tale da causare una variazione strumentalmente rilevabile o sensorialmente percepibile circoscritta alla componente direttamente interessata senza perturbare l'intero sistema di equilibri e di relazioni;

⁹ Gli impatti potenziali definiti a Lieve Rilevanza possono assumere importanza maggiore se riferiti agli impatti sinergici e cumulativi, per i quali è necessaria una valutazione integrativa.

- *mediamente rilevante*, quando l'entità delle alterazioni è tale da causare una variazione rilevabile sia sulla componente direttamente interessata sia sul sistema di equilibri e di relazioni esistenti tra le diverse componenti;
- *rilevante*, quando si verificano modifiche sostanziali tali da comportare alterazioni importanti (che ne determinano la riduzione del valore ambientale delle risorse), non solo sulle singole componenti ambientali ma anche sul sistema di equilibri e relazioni che le legano.

L'**Area di influenza (A)**, coincidente con l'area entro la quale il potenziale impatto esercita la sua influenza. Si definisce:

- *locale*, quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono in maniera esaustiva e/o si può definirne il contorno in modo sufficientemente chiaro e preciso;
- *diffusa*, quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui non si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono, in ragione del loro numero e della loro complessità e/o il cui perimetro o contorno è sfumato e difficilmente identificabile;
- *globale*, quando l'impatto si propaga in modo tale da influenzare lo stato di qualità dell'ambiente anche su scala mondiale (ad esempio: i gas serra o inquinanti quali la CO₂ o i CFC rispetto al problema dell'effetto serra).

La **Reversibilità (R)**, determinata dalla possibilità di ripristinare, a seguito di modificazioni dello stato di fatto, le proprietà originarie della risorsa sia come capacità autonoma, in virtù delle proprie caratteristiche di resilienza¹⁰, sia per mezzo di azioni antropiche di tipo mitigativo. Si distingue in:

- *Reversibilità a breve termine*, se il sistema ambientale ripristina le condizioni originarie in un breve intervallo di tempo relativamente ai cicli generazionali (da mesi a 3-5 anni);
- *Reversibilità a medio - lungo termine*, se il periodo necessario a ripristinare le condizioni originarie è confrontabile con i cicli generazionali (5-10 anni);
- *Irreversibilità*, se il sistema ambientale non ripristina le condizioni originarie, oppure queste vengono ripristinate in tempi ben superiori rispetto ai cicli generazionali.

La **Probabilità di accadimento (P)** di un determinato evento si distingue in *alta*, *media* e *bassa* sulla base dell'esperienza degli esperti coinvolti nella valutazione e comunque in riferimento alla letteratura di settore considerando:

10

- *Alta*, per le situazioni che in genere hanno mostrato un numero significativo di casi di accadimento (> 30%) o che risultano inevitabili viste le condizioni realizzative o progettuali;
- *media*, per le situazioni che in genere hanno mostrato una bassa significatività di casi di accadimento (>5% e <30%) o che risultano avere accadimento possibile ma non certo, viste le condizioni realizzative o progettuali;
- *bassa*, per le situazioni che in genere non mostrano un numero significativo di accadimenti ma per le quali non si può escludere l'evenienza dell'accadimento occasionale.

La **Mitigazione (M)**, definita come insieme di accorgimenti atti a ridurre o annullare i possibili effetti negativi o dannosi dovuti alla presenza di una o più unità di processo sul sistema ambientale in analisi.

Valutazione quantitativa degli impatti

L'elaborazione di un metodo per la **valutazione quantitativa** dell'entità di un impatto atteso al fine di definirne la criticità relativa si avvale, come precedentemente esposto, del concetto di danno probabilistico (danno al quale è associata la probabilità di accadimento dell'evento che lo ha prodotto), in riferimento alla definizione di Rischio: *"il Rischio consiste nella possibilità che si verifichi un evento indesiderato di carattere incerto"*. L'incertezza riguarda innanzitutto il reale accadimento dell'evento indesiderato (al quale viene dunque associata la probabilità di accadimento) e in secondo luogo il danno ad esso collegato. Tale incertezza sul danno è poi accompagnata da un'indeterminatezza concernente il tipo di evoluzione incidentale che occorrerà all'accadimento dell'evento e l'eventuale carattere probabilistico del danno prodotto come conseguenza dell'evento.

I potenziali impatti indotti dalla realizzazione di un'opera, individuati e caratterizzati qualitativamente nella fase precedentemente descritta, vengono dunque valutati dal punto di vista quantitativo associando ad ognuno di essi una stima numerica della relativa entità. Alle parole chiave associate ad una determinata caratteristica d'impatto è stato attribuito un coefficiente ponderale (peso) che ne definisce l'importanza relativa. Il passo successivo è stato quello di attribuire un coefficiente ponderale a ciascuna delle caratteristiche d'impatto, mediante il metodo del confronto a coppie¹¹.

Tali operazioni di ponderazione dei parametri si rendono necessarie in quanto le risorse bersaglio degli impatti non presentano tutte la stessa importanza per la collettività e per i diversi gruppi sociali coinvolti, e le caratteristiche di ogni parametro influenzano diversamente la significatività dell'impatto atteso a seconda della modalità in cui esse si manifestano.

¹¹ Bona F., Cecconi G., Maffiotti A., *An integrated approach to assess the benthic qualità after sediment capping in Venice lagoon* (2000).

Dall'aggregazione dei valori "pesati" delle caratteristiche relative ad uno specifico impatto potenziale (ovverosia moltiplicando ognuno di tali valori per il rispettivo coefficiente ponderale), si ottiene dunque una stima della sua entità, la quale consente il confronto tra i diversi impatti potenziali. Il polinomio che lega tra di loro i diversi parametri d'impatto è una funzione lineare di primo grado del tipo:

$$Danno = F(Di, Ri, A, R) = x \cdot Di + y \cdot Ri + z \cdot A + w \cdot R$$

nella quale i coefficienti moltiplicativi (x, y, z, w) rappresentano i pesi relativi alle caratteristiche, ricavati mediante la metodologia del confronto a coppie, la quale prevede che le caratteristiche del Danno siano confrontate a due a due con lo scopo di stabilire quale tra le due abbia maggiore influenza ai fini dell'analisi degli impatti potenziali e del danno ad essi associato. A seconda dell'importanza relativa di una delle due caratteristiche sull'altra esse sono state rappresentate mediante un coefficiente di scelta la cui assegnazione coincide con la distribuzione del valore totale 1 tra le due, in modo tale che avendo fissato il peso della prima caratteristica sulla seconda si ottenga univocamente anche il peso della seconda sulla prima.

Il metodo si riassume dunque nella formulazione di un'espressione lineare che permette di calcolare il *Rischio d'Impatto Ambientale* ipotizzando ragionatamente le caratteristiche del Danno e la Probabilità di accadimento dell'evento causa d'impatto. La definizione dell'indice di R.I.A. e l'ordinamento dei potenziali impatti secondo classi di rischio decrescente riportati in **tab. 4.3** permette di individuare quelle azioni potenzialmente impattanti sul sistema ambientale che si prefigurano come le più critiche ("Red flags").

CLASSE	RISCHIO DI IMPATTO AMBIENTALE
1	Elevato
2	Medio-Alto
3	Medio
4	Medio-Basso
5	Basso
6	Ridotto

tab. 4.3 - *Classi di Rischio Ambientale*

Dalla relazione si desume infatti che a parità di Rischio d'Impatto Ambientale maggiore è la probabilità di accadimento minore è il danno ad esso associato, essendo P e D inversamente proporzionali; un impatto con modesti valori di danno ma dall'elevata probabilità di accadimento rappresenta un rischio per l'ambiente in virtù delle sue numerose occorrenze; il rischio sarà ancor più rilevante se un'azione d'im-

patto con bassa probabilità di accadimento ha elevato valore complessivo di danno, assumendo in tal caso caratteristiche di evento incidentale.

Il valore del Rischio d'Impatto Ambientale può essere ridotto dall'introduzione di opportune misure di mitigazione agenti sulla causa d'impatto in forma preventiva, sull'impatto stesso per ridurre gli effetti o sul danno prodotto mediante interventi di ripristino. Per tale ragione viene dunque introdotta nella precedente relazione la caratteristica di *Mitigabilità* come fattore moltiplicativo, essendo essa correlata non univocamente al danno ma anche alla causa e alla modalità dell'impatto stesso. Le azioni volte alla mitigazione degli impatti hanno ovviamente dei costi di esecuzione, spesso onerosi per la comunità: al crescere della riduzione del rischio aumentano le spese necessarie a determinarne un'ulteriore decremento, poiché si ipotizza che l'andamento del R.I.A. in funzione dei costi di mitigazione segua una legge di tipo iperbolico. Un impatto potenziale per il quale è stato stimato un elevato valore del Rischio d'Impatto Ambientale e che sia stato classificato come mitigabile può essere reso meno problematico (ovverosia può veder ridotto il proprio valore di rischio ambientale) mediante la spesa di costi sostenuti, mentre la mitigazione di un impatto con rischio medio o medio basso può diventare costosa più di quanto la società sia disposta ad accettare¹², conseguentemente si dovrà decidere se accettare il rischio residuo o rinunciare all'intervento che lo determina.

Analisi di sensitività

A causa dell'alto grado di discrezionalità e della conseguente soggettività di giudizio legata all'operazione di ponderazione delle caratteristiche di impatto, effettuata mediante il metodo del confronto a coppie, la classificazione degli impatti potenziali per valore di rischio presenta carattere di univocità solo nel caso in cui le criticità abbiano valore massimo, ovverosia nella situazione di elevato rischio di impatto irreversibile, locale, rilevante continuo, non mitigabile e con alta probabilità di accadimento. Per tale ragione i risultati ottenuti sono stati sottoposti ad un'analisi di sensitività che ha verificato la stabilità dell'ordinamento adottato. Il test di sensitività è stato applicato ai valori dei coefficienti ponderali delle caratteristiche d'impatto ottenuti per mezzo della metodologia del confronto a coppie e sono state analizzate le modificazioni rilevate sulla distribuzione delle classi, significative ai fini dell'analisi.

Il test consiste nell'incrementare o diminuire, con passo prefissato e all'interno di un range opportuno di validità, i valori di ciascun coefficiente ponderale, mantenendo fissi gli altri, e nel verificare qual è, se esiste, la soglia oltre o entro la quale tale variazione produce un mutamento dell'ordinamento.

¹² In analogia con il principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), secondo il quale è necessario stabilire, nel caso dell'analisi di rischio, le soglie minime di rischio in funzione del grado di accettabilità dello stesso da parte della società. Il grado di accettabilità è spesso riferito ai costi di riduzione del rischio che la società è disposta a spendere.

Si è supposto cautelativamente che ogni coefficiente ponderale possa variare fino al 50% del valore calcolato mediante il metodo del confronto a coppie.

L'analisi di verifica si può ritenere valida in quanto sono stati selezionati criteri di importanza non dissimile, i cui pesi hanno perciò lo stesso ordine di grandezza.

Nella **tab. 4.4** vengono indicati per ogni coefficiente ponderale C_p delle caratteristiche d'impatto il range di variabilità, il valore di soglia all'interno di tale range e la stabilità del parametro in analisi.

PARAMETRO	C_p	RANGE	VALORE DI SOGLIA	STABILITÀ
Area d'influenza	1,9	0,95 ÷ 2,85	nessuno	stabile
Distribuzione Temporale	2,3	1,15 ÷ 3,45	nessuno	stabile
Reversibilità	2,8	1,40 ÷ 4,20	1,5	stabile se >1,5
Rilevanza	3,0	1,50 ÷ 4,50	1,9	stabile se >1,9

tab. 4.4 - *Stabilità dei criteri di valutazione*

Dall'indagine sulla sensibilità del metodo di valutazione proposto si evince dunque che variazioni dei coefficienti ponderali dei parametri Area di influenza e Distribuzione temporale all'interno del range di variabilità non alterano la stabilità della classificazione, convalidando in tal modo il peso ad essi attribuito. I criteri di Reversibilità e Rilevanza determinano invece una instabilità dell'ordinamento inferiormente ai rispettivi valori di soglia 1,5 e 1,9, comunque distanti dalle misure dei pesi assunti, nell'intorno delle quali la classificazione rimane stabile.

L'analisi di sensitività ha sufficientemente confermato i valori dei pesi assegnati mediante il metodo del confronto a coppie ed ha messo in evidenza le validità del metodo di valutazione del Rischio d'Impatto Ambientale mediante la relazione formulata, nonché dell'utilizzo degli ordinamenti ai fini dell'individuazione degli impatti più significativi.

VAL.E.R.I.A.

Il coordinamento VIA/VAS dell'ARPA Piemonte ha elaborato un software per la gestione della lista di controllo dei potenziali impatti indotti direttamente o indirettamente dalla realizzazione di un progetto e per la conseguente stima del rischio ambientale ad essi connesso. Il programma, denominato **VAL.E.R.I.A. (Valutatore Esperto del Rischio d'Impatto Ambientale)** e sviluppato per mezzo dell'applicativo Access 97, guida l'utente nella selezione dei potenziali impatti e nella compilazione delle corrispondenti schede di caratterizzazione qualitativa mediante un'interfaccia grafico di semplice utilizzo. Alla definizione qualitativa di tali caratteristiche il programma associa l'attribuzione dei coefficienti ponderali definiti nel metodo del Rischio d'Impatto Ambientale e fornisce come output le classificazioni dei potenziali impatti in ordine decrescente di R.I.A.

Il software è riconducibile ad un DSS (Decision Support System), ovvero a un sistema multicriteriale che consiste in una applicazione informatica per l'analisi delle informazioni così che gli utilizzatori possano prendere decisioni in maniera più semplice sulla base di informazioni sintetiche ed omogenee. Questi metodi possono essere utilizzati non solo per individuare tecnicamente la soluzione ottimale, ma per fornire tutte le informazioni necessarie per la decisione, espletando così l'azione di supporto tecnico scientifico richiesta all'ARPA. Il modello possiede una base di conoscenza di tipo logico numerico mediante la quale si calcola automaticamente una stima del valore di rischio per ciascun impatto ambientale selezionato.

La metodologia e il software sono facilmente utilizzabili da diverse tipologie di utenti, all'interno dei differenti momenti della procedura valutativa.

Principali limiti dell'applicativo VAL.E.R.I.A.

Attualmente i principali limiti dell'utilizzo del modello sono riconducibili a :

- realtà territoriali e proposte progettuali non facilmente schematizzabili; i risultati forniti non sono reali al 100% sebbene siano attendibili grazie all'analisi di sensitività;
- soggettività del metodo ("utenti distratti" o non completamente esperti nelle materie d'interesse);
- impatti sinergici non considerati o sottovalutazione di alcuni impatti e/o componenti.

Il programma infatti guida l'utente nella compilazione delle schede di caratterizzazione qualitativa degli impatti (fig. 4.6) tramite un sistema di finestre, e restituisce in output la graduatoria dei possibili impatti in ordine decrescente di R.I.A. In tal modo vengono posti in evidenza gli impatti maggiormente significativi determinati dall'attuazione del progetto.

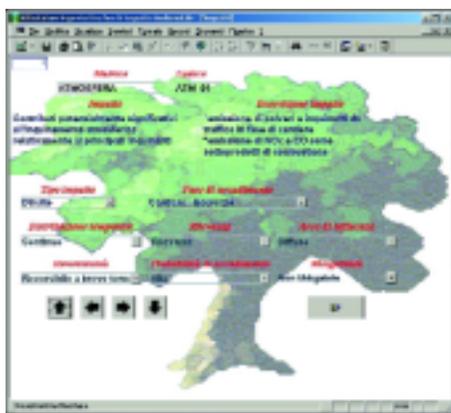
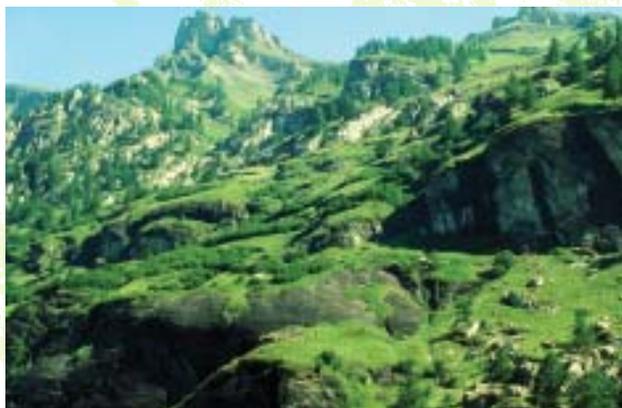


fig. 4.6 - *Interfaccia dell'applicativo VAL.E.R.I.A.*



Ancora in fase di ulteriore affinamento, attualmente il metodo fornisce risultati oggettivi e condivisibili se l'attribuzione di giudizi qualitativi alle diverse caratteristiche degli impatti previsti nasce dal confronto di più pareri tecnici, condizione necessaria al superamento della discrezionalità legata all'utilizzo di tutti gli esistenti strumenti di valutazione ambientale.

A causa dell'inevitabile incertezza nella previsione e nella valutazione degli effetti è necessario comunque prevedere un'attenta analisi territoriale durante le fasi di realizzazione, esercizio e dismissione del progetto o dell'alternativa progettuale individuata, in modo da poter intervenire nel caso di effetti inaspettati o diversi da quelli previsti.



PARTE V

APPLICAZIONI

*Silvia Boeris Frusca, Francesca Cattai,
Alberto Maffiotti, Enrico Rivella*

5.1 Introduzione

La politica europea e nazionale degli ultimi decenni ha focalizzato sempre più l'attenzione sugli aspetti pianificatori che riguardano il territorio nel suo complesso, dove alla tutela delle risorse si affiancano azioni di controllo delle attività antropiche attraverso la realizzazione di monitoraggi costanti. In questo contesto si inserisce l'attività dell'ARPA Piemonte che, in qualità di supporto tecnico agli Enti locali, deve fornire strumenti per indirizzare le scelte pianificatorie relative al territorio, oltre che essere responsabile degli eventuali monitoraggi. A questo scopo il lavoro svolto dal Coordinamento VIA-VAS, in collaborazione con l'Area Tematica Conservazione della Natura ha portato all'individuazione di metodologie di analisi e valutazione del carico antropico e della qualità ambientale che permettano di analizzare e confrontare realtà territoriali differenti. In questa parte del libro, sulla base dell'applicazione dei principi e delle metodologie illustrate nelle parti precedenti, vengono presentate due metodologie d'indagine riguardanti due progetti condotti dall'ARPA Piemonte tra il 2000 ed il 2002, ossia:

- una valutazione comparata tra siti potenzialmente idonei per la localizzazione di impianti di smaltimento rifiuti nel territorio della Provincia di Torino¹;
- un sistema di valutazione integrata della qualità ambientale in ambienti naturali e seminaturali².

Entrambi questi progetti rispondono alle indicazioni legislative comunitarie relative alla VAS di Piani e Programmi. Per rispondere agli obiettivi generali dei progetti si è scelto di utilizzare il modello *DPSIR*³, un metodo che analizza in modo sequenziale le pressioni ambientali, esercitate da fattori generatori, lo stato dell'Ambiente e le risposte che occorre mettere in atto per mitigare e/o prevenire gli impatti negativi sull'ambiente stesso. Nei seguenti capitoli vengono presentate i metodi elaborati per tali progetti.

¹ Nel mese di Dicembre 2000, la Provincia di Torino, all'interno del progetto Non Rifiutarti Di Scegliere, ha incaricato l'ARPA (sede Centrale settore Coordinamento VIA/VAS e dipartimenti di Torino e Grugliasco), di elaborare alcuni criteri, che, insieme a quelli elaborati da altri partecipanti al progetto, avrebbero guidato la scelta dei siti più idonei tra una rosa di siti definita per la localizzazione di un inceneritore e di una discarica al suo servizio.

² Nel luglio 2000 l'ARPA Piemonte ha concordato con il Settore Pianificazione Aree Protette della Regione Piemonte la definizione di un modello di analisi in grado di analizzare le cause e le dinamiche che hanno portato al livello di qualità attuale dei Siti piemontesi di Importanza Comunitaria, individuati ai sensi della Direttiva 92/43/CE (Direttiva Habitat) e di verificare, attraverso la simulazione di scenari, l'efficacia di interventi correttivi o l'adozione di piani e programmi. Tale progetto, denominato "VAS Biotopi", ha visto la partecipazione del settore VIA-VAS e dell' Area Tematica Conservazione della Natura.

³ C.fr PARTE III, paragrafo 3.1 del presente volume.

5.2 Valutazione comparata tra siti potenzialmente idonei per la localizzazione di impianti di smaltimento rifiuti: *aspetti di qualità e di carico del territorio della provincia di Torino*

Il Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti della Provincia di Torino⁴, approvato nel 1998, stabilisce le modalità per l'individuazione sul territorio provinciale di aree potenzialmente idonee alla localizzazione di impianti di smaltimento rifiuti e definisce criteri oggettivi per valutare l'effettiva idoneità dei siti identificati. A tal fine il Programma Provinciale individua tre Aree di Pianificazione nella Provincia di Torino e prevede che ciascuna di esse sia dotata di un termovalorizzatore e di una discarica a suo servizio all'interno del proprio territorio.

Nell'aprile del 2000 è stato avviato dalla Provincia di Torino un progetto per l'individuazione di un sito idoneo per inceneritore e discarica nell'area di pianificazione Sud-Est. La Provincia ha così incaricato un gruppo di esperti negoziatori per gestire la campagna Non Rifiutarti Di Scegliere (NRDS)⁵, volta alla ricerca del consenso dei cittadini attraverso un percorso trasparente e partecipato, strumento peraltro fondamentale e tipico della Valutazione di Impatto Ambientale e della Valutazione Ambientale Strategica. A discutere la rosa dei siti (10 per la discarica e 13 per l'inceneritore), individuati dai tecnici dei Consorzi di gestione dei rifiuti, sono stati chiamati i rappresentanti delle comunità locali coinvolte per lavorare insieme e concordare i criteri da utilizzare per la stesura di una graduatoria finale secondo l'idoneità dei siti. In **fig. 5.1** si riportano i siti individuati all'interno dell'Area di Pianificazione Sud-Est della Provincia di Torino.

In questo contesto l'ARPA è stata coinvolta per elaborare metodologie di analisi e di valutazione dei siti che permettano di quantificare lo stato di qualità del territorio e valutare l'entità degli impatti. Sul territorio interessato sono stati pertanto analizzati sia gli aspetti naturalistici e paesaggistici sia i carichi ambientali esistenti con i metodi descritti nei seguenti paragrafi.

⁴ Per informazioni dettagliate relative al Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti della Provincia di Torino è possibile consultare il sito web: <http://www.provincia.torino.it/ambiente/rifiuti/program.htm>

⁵ Per informazioni dettagliate relative al Progetto "Non Rifiutarti Di Scegliere" della Provincia di Torino è possibile consultare il sito web: <http://www.provincia.torino.it/ambiente/nrds/index.htm>

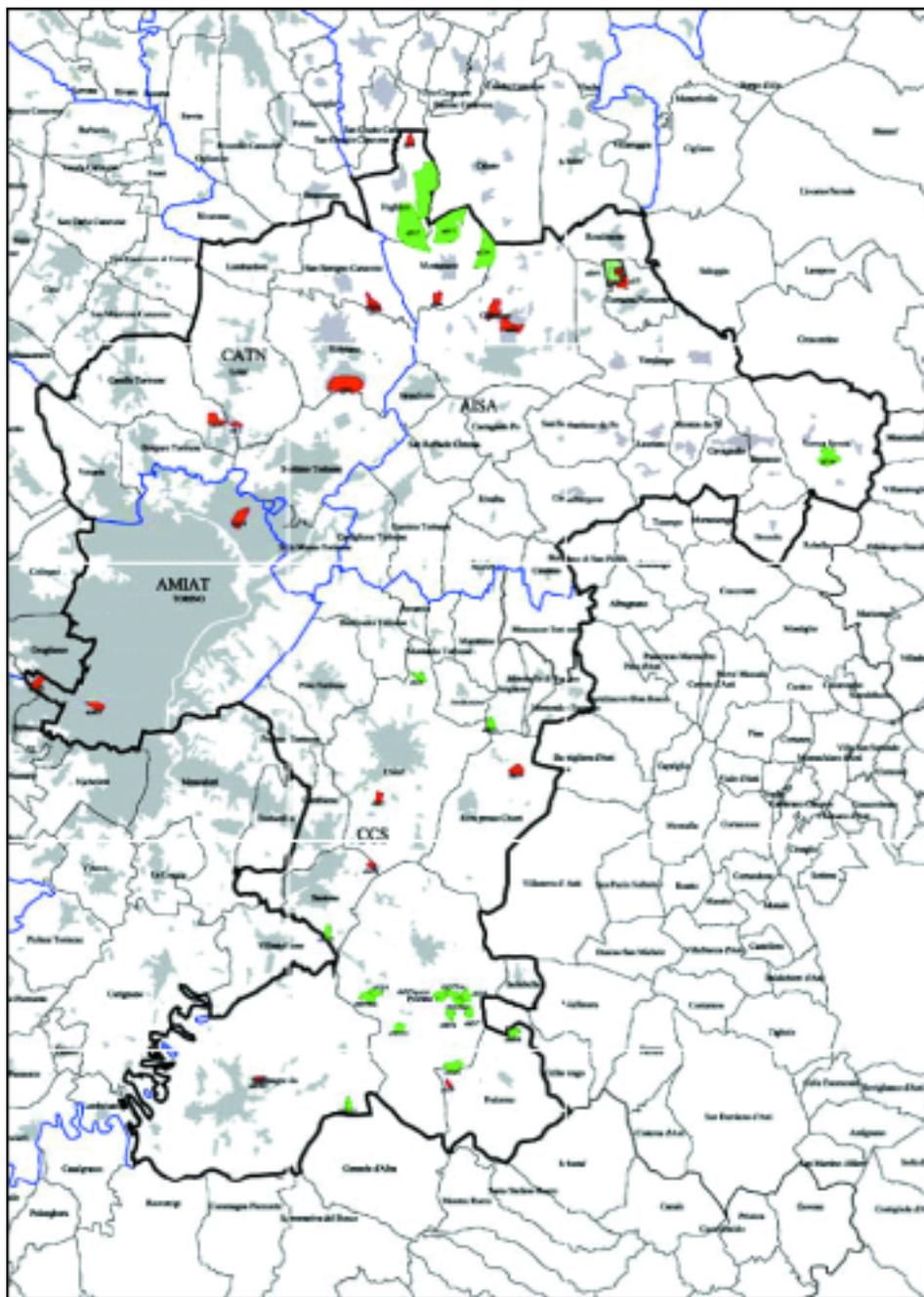


fig. 5.1 - Territorio dell'Area di Pianificazione Sud – Est della Provincia di Torino interessato dal progetto NRDS

5.2.1 Pregio naturalistico

In letteratura esistono varie metodologie di valutazione del pregio naturalistico fondate su una serie di criteri sulla base dei quali il pregio naturalistico di un'area aumenta in funzione di:

- quante più specie animali e vegetali ci sono, considerando che quelle di pregio "contano di più" (biodiversità);
- quanto più omogenea è la distribuzione delle specie presenti;
- quanto migliore è lo stato di salute delle specie presenti;
- quanto più alto è il grado di strutturazione o complessità, cioè l'esistenza di interrelazioni tra le diverse specie e tra individui appartenenti alla stessa specie;
- quanto maggiore è la varietà dei biotopi presenti;
- quanto minore è la presenza di interventi antropici;
- quanto maggiore è la naturalità specifica (ovvero la vicinanza alla situazione che dovrebbe verificarsi se non vi fossero interventi antropici);
- quanto più sono presenti endemismi, peculiarità o rarità.

Per tradurre formalmente tutti questi concetti che concorrono alla definizione del pregio naturalistico di un'area in un indice di qualità occorre introdurre una serie di attributi (e relativi indicatori) per ognuna delle tre componenti ambientali che costituiscono il cardine della valutazione del sistema naturalistico: vegetazione e flora, fauna ed ecosistemi.

Nel descrivere flora, vegetazione e fauna si sono presi in considerazione il grado di maturità dei popolamenti presenti e la presenza di specie faunistiche e botaniche endemiche, rare o di particolare interesse. Per quanto riguarda gli ecosistemi⁶ si è valutata la loro vitalità e capacità adattativa analizzandone le caratteristiche di varietà, maturità e complessità ed il ruolo che essi svolgono nel garantire una connettività ecologica tale da consentire il flusso e lo scambio di specie selvatiche.

Su questo schema sono stati scelti degli indicatori riconducibili, per tipologia e funzione, agli indicatori di stato del modello DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, Reponse)⁷ che delineano le condizioni ambientali attuali di un territorio e il reale grado di compromissione. Gli indicatori di ciascuna componente ambientale sono quelli schematizzati in **fig. 5.2**.

⁶ Intesi come "complesso di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti che formano un sistema unitario e identificabile... per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale" (D.P.C.M. 27/12/1988, allegato I, punto e)

⁷ C.fr PARTE III, cap. 3.1 del presente volume

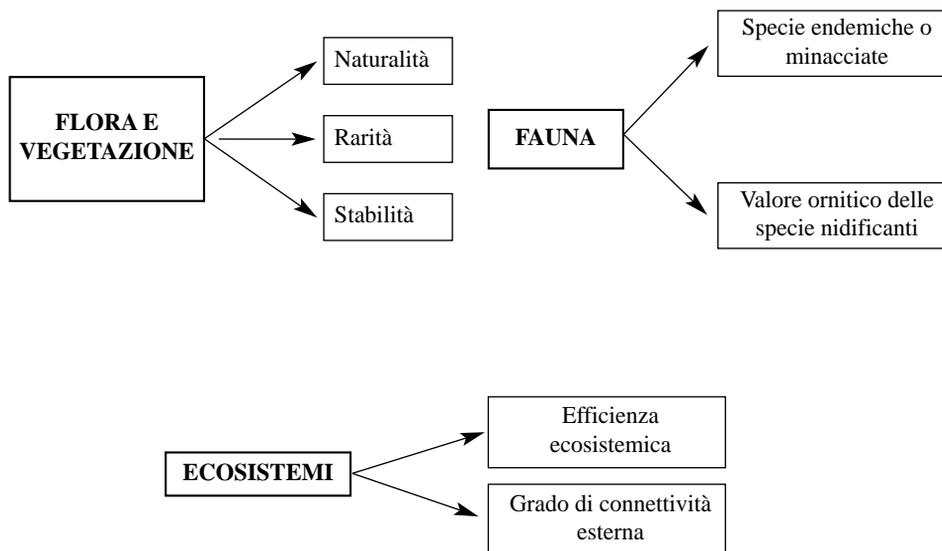


fig. 5.2 - Indicatori scelti per la valutazione del pregio naturalistico

Per la valutazione del pregio naturalistico dei siti in esame sono state considerate aree con un raggio pari a 2 km calcolato dal baricentro di ciascun sito.

Vegetazione e flora

La vegetazione è facilmente riconoscibile e può essere rappresentata in cartografia, e per questa ragione si presta bene ad un'analisi di confronto tra aree soggette a diverse pressioni antropiche. La sua stabilità nello spazio permette di identificare unità di vegetazione omogenee, la cui fisionomia e composizione floristica corrispondono a determinate condizioni ecologiche. I territori analizzati nell'ambito del progetto sono costituiti da aree prevalentemente agricole e le rare porzioni di territorio caratterizzate da vegetazione naturale e semi-naturale sono costituite dalle seguenti formazioni⁸:

- Quercio – carpineto della bassa pianura
- Quercio- carpineto dell'alta pianura a basse precipitazioni
- Robinieto e Robinieto variante a farnia e frassino
- Formazioni arboree di ripa
- Vegetazione erbacea igrofila

⁸ Le tipologie forestali utilizzate per l'analisi condotta si rifanno al lavoro di schedatura sui "Tipi forestali del Piemonte" dell'Assessorato Economia Montana e Foreste della Regione Piemonte in cui vengono individuati tipi omogenei sotto l'aspetto floristico e selvicolturale – gestionale, che contengono nella loro denominazione qualche caratteristica ecologica, strutturale e, talvolta, anche floristica o geografica, particolarmente importanti per la loro distinzione.

Sulla base dei rilievi effettuati nelle aree in studio attraverso gli strumenti GIS sono state cartografate le formazioni presenti. In **fig. 5.3** si riporta un esempio di carta tematica realizzata per uno dei siti.

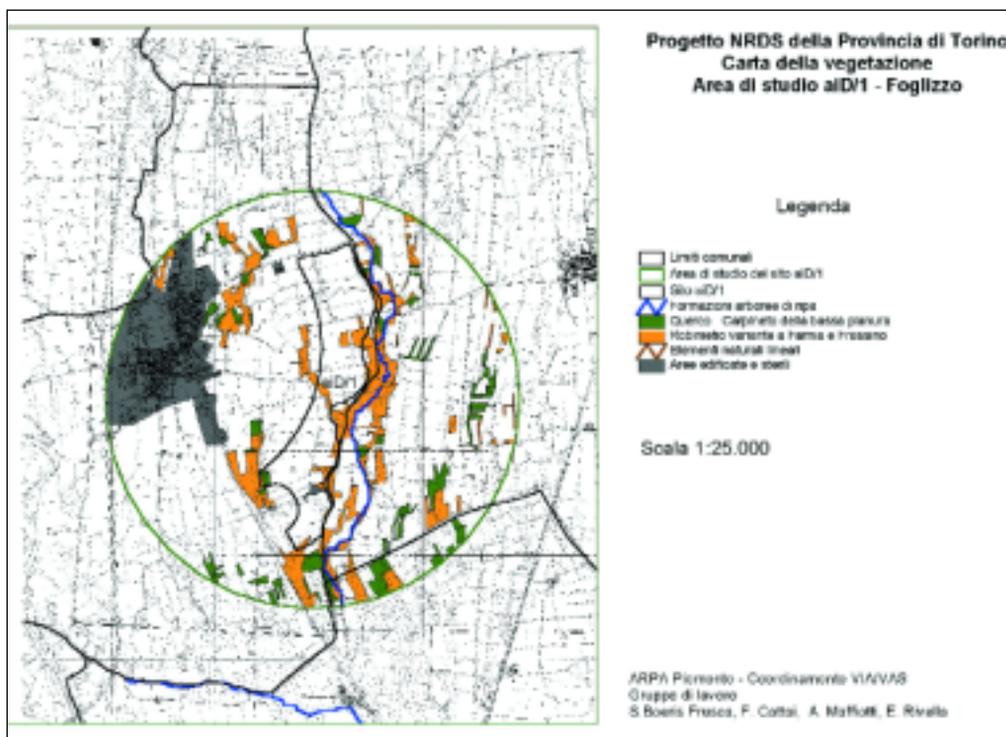


fig. 5.3 - Carta della vegetazione del sito potenzialmente idoneo per una discarica nel Comune di Foglizzo (To)

Per la valutazione della qualità ecologica della vegetazione la scelta degli indicatori ha portato ad una serie di indici di validità generale, sufficientemente pratici e derivabili dai rilievi eseguiti in campo e dalla loro restituzione cartografica. Per il caso specifico relativo al progetto, essi sono:

- *Indice di naturalità*⁹

⁹ Per **naturalità** della vegetazione si intende lo stato di prossimità ad una condizione indisturbata della vegetazione per mezzo della quale si possono instaurare nel lungo periodo comunità stabili in equilibrio con il clima ed il suolo. Le modificazioni ambientali apportate dalle attività umane sostituiscono queste comunità naturali con altre composte da specie capaci di sfruttare l'abbassamento del livello vegetativo delle specie tipiche locali.

- *Indice di rarità*¹⁰
- *Indice di stabilità*¹¹

Il giudizio di *naturalità* della vegetazione viene espresso attribuendo alle tipologie vegetazionali individuate un valore, utilizzando allo scopo una scala ordinale che considera il grado di presenza di vegetazione autoctona, la sua collocazione nella serie evolutiva ed il disturbo antropico presente, valutando questi elementi attraverso un confronto con le comunità climaciche¹². La classificazione proposta prevede che ogni livello sia contraddistinto da un numero, in una scala da 1 a 10, che esprime un grado crescente di naturalità secondo i criteri di raggruppamento rappresentati in **tab. 5.1**¹³.



Il giudizio di *rarietà* della vegetazione viene espresso attribuendo alle fitocenosi rilevate un valore, utilizzando allo scopo una scala ordinale compresa tra 1, corrispondente a tipologie frequenti, e 10, attribuito a tipi rarissimi, che considera il grado frequenza a scala regionale e gli eventuali caratteri peculiari dei popolamenti. Tale classificazione è rappresentata nella **tab. 5.2**¹⁴.

Il giudizio di *stabilità* della vegetazione viene espresso attribuendo alle fitocenosi rilevate un valore compreso tra 1 (scarsa stabilità) e 10 (alta stabilità), utilizzando allo scopo una scala ordinale che considera due parametri di giudizio¹⁵: la presenza e diffusione di specie esotiche invasive ed il grado di rinnovazione e persistenza delle specie autoctone. Per l'attribuzione del valore al popolamento in esame, si considera tra i due parametri di giudizio sopra citati, quello che presenta il valore di stabilità minore. La classificazione è rappresentata nella **tab. 5.3**¹⁶:

¹⁰ La **rarietà** è un elemento determinante della qualità ambientale; si definisce generalmente in base alla presenza di specie botaniche rare in virtù dell'inserimento in Liste rosse, di livello nazionale o locale, in cui sono elencate specie minacciate di estinzione o significative da un punto di vista fitogeografico (limite dell'areale di distribuzione, endemismi ecc.). Tale indicatore richiede però censimenti floristici molto puntuali estesi su più stagioni: per questa ragione, ai fini dello studio, si è scelto di analizzare le rarità dei tipi di vegetazione rispetto alla situazione piemontese.

¹¹ La **stabilità** è la capacità di un popolamento di succedere a se stesso senza intervento alcuno. I popolamenti con alto valore di stabilità sono in grado di resistere all'invasione di specie esotiche ma, presentando condizioni ecologiche molto specifiche sono estremamente vulnerabili di fronte a qualsiasi cambiamento.

¹² Tipo di vegetazione che si può instaurare nel lungo periodo come vegetazione stabile o durevole, in equilibrio con il clima e il suolo.

¹³ Elaborata da un gruppo di esperti interni all'ARPA Piemonte.

¹⁴ Elaborata da un gruppo di esperti interni all'ARPA Piemonte.

¹⁵ Classificazione proposta dal gruppo di esperti dell'ARPA Piemonte.

¹⁶ Elaborata da un gruppo di esperti interni all'ARPA Piemonte.

Val.	Grado di naturalità	Condizioni ecologiche	Tipologie
1	<i>NATURALITA' NULLA</i>	Vegetazione autoctona distrutta. Stadio iniziale. Nessun elemento della vegetazione potenziale. Dinamiche ricostruttive naturali assenti.	Macerie, margini di strade, bacini idrici artificiali privi di vegetazione originaria, edificato, infrastrutture
2	<i>NATURALITA' MOLTO BASSA</i>	Vegetazione autoctona completamente sostituita. Stadio iniziale. Nessun elemento della vegetazione potenziale. Dinamiche ricostruttive naturali assenti.	Campi, risaie, frutteti, vigneti, prati stabili a gestione intensiva, pioppeti, incolti di recente abbandono.
3	<i>NATURALITA' DEBOLE</i>	Vegetazione autoctona degradata per forte alterazione della struttura e composizione. Stadio dinamico (a struttura anche complessa) senza flora del climax. Struttura profondamente alterata. Presenza di sporadici elementi della vegetazione naturale potenziale. Dinamiche ricostruttive naturali in atto.	Boschi naturalizzati (ad es. robinieti), d'impianto artificiale, rimboschimenti di specie esotiche o locali ma al di fuori del loro ambiente di normale vegetazione. Coltivi e prati abbandonati con iniziale invasione di specie legnose isolate, vegetazione spondale di specchi d'acqua artificiali (es. laghi di cava a sponde ripide). Prati da fieno e pascoli permanenti ad estensione molto ridotta
5	<i>NATURALITA' MEDIA</i>	Vegetazione autoctona a struttura semplificata. Vegetazione potenziale di mantenimento antropico (es. castagneto). Presenza di elementi dominanti della vegetazione naturale potenziale	Pascoli, prato - pascoli, praterie naturali derivate da boschi, boschi preparatori di betulla, pioppo tremolo, pino silvestre ecc., privi di sottobosco caratteristico, rimboschimenti di specie autoctone ed idonee all'ambiente, vegetazione palustre di transizione a prateria umida,
7	<i>NATURALITA' MEDIO ALTA</i>	Vegetazione autoctona a carattere secondario. Stadio dinamico con flora del climax. Composizione floristica prossima a quella della vegetazione potenziale ma struttura profondamente alterata.	Boschi e arbusteti secondari d'invasione già ben strutturati, vegetazione palustre in parte alterata ma con possibilità di recupero spontaneo.
10	<i>NATURALITA' PROSSIMA AD UNA CONDIZ. INDISTURBATA</i>	Vegetazione autoctona matura o stabile. Composizione floristica e struttura della vegetazione potenziale	Boschi o arbusteti primari (anche dopo tagli se questi non portano alterazioni future della composizione), vegetazione durevole rupicole e dei detriti, praterie d'altitudine, vegetazione acquatica e palustre ben strutturate.

tab. 5.1 - *Classificazione del grado di naturalità della vegetazione.*

Valore	Grado di rarità	Descrizione
1	<i>TIPO DI VEGETAZIONE FREQUENTE</i>	Cenosi estesa localmente e ad ampia distribuzione regionale
2	<i>TIPO DI VEGETAZIONE ABBASTANZA FREQUENTE</i>	Raggruppamento localmente comune, ma espressione di caratteri stagionali tipici del comprensorio e dei suoi dintorni. Oppure, cenosi ad ampia distribuzione regionale, ma ridotta in estensione
5	<i>TIPO DI VEGETAZIONE POCO FREQUENTE</i>	Cenosi ad ampia distribuzione regionale, ma molto frammentate o relittuali (es. quercu-carpineti planiziali, alneti). Espressioni fisionomiche particolari ma non esclusive del sito
7	<i>TIPO DI VEGETAZIONE RARO</i>	Raggruppamento raro con popolamenti a caratteri tipici della stazione e dei suoi immediati dintorni, presenza anche di specie rare
10	<i>TIPO DI VEGETAZIONE RARISSIMO</i>	Raggruppamento molto raro, unico, legato a particolari condizioni stagionali esclusive del sito analizzato; presenza di specie rarissime o difficilmente riscontrabili nei dintorni.

tab. 5.2 - *Classificazione del grado di rarità della vegetazione.*

Val.	Grado di stabilità	Presenza di specie avventizie	Grado di rinnovazione
1	<i>FORMAZIONE REGRESSIVA</i>	Raggruppamento con specie avventizie e/o cultivar fisionomicamente e numericamente dominanti	Rinnovazione arborea autoctona assente. Individui sporadici e occasionali
3	<i>FORMAZIONE FRAGILE</i>	Raggruppamento con specie avventizie e/o cultivar fisionomicamente dominanti	Rinnovazione arborea autoctona scarsa. Basso numero di individui presenti
5	<i>FORMAZIONE PREPARATORIA</i>	Raggruppamento con specie avventizie superiori al 10%, ma che non hanno ruolo di dominanza	Rinnovazione arborea autoctona abbastanza presente. Boschi con specie pioniere. Incolti con specie arbustive pioniere
8	<i>FORMAZIONE DINAMICA</i>	Raggruppamento con blanda presenza di specie avventizie (<10%)	Rinnovazione arborea autoctona frequente. Persistenza per numero di individui. Presenza di specie erbacee indicative di un fattore limitante
10	<i>FORMAZIONE STABILE</i>	Raggruppamento senza specie avventizie	Rinnovazione arborea autoctona abbondante. Persistenza per numero di individui e composizione specifica. Dominanza di specie erbacee stenoece

tab. 5.3 - *Classificazione del grado di stabilità della vegetazione.*

Metodo di aggregazione

Per la valutazione della vegetazione presente nei siti in esame, sulla base dei criteri appena esposti a ciascuna delle formazioni vegetazionali è stato assegnato il valore di naturalità, rarità e stabilità corrispondente come espresso in **tab. 5.4**.

Tipi nei siti NRDS	NATURALITA'	RARITA'	STABILITA'
<i>Quercio - Carpineto bassa pianura</i>	7	5	8
<i>Quercio - Carpineto alta pianura bassa precipitazione</i>	7	7	5
<i>Robineti</i>	3	1	1
<i>Robineti variante a Farnia e Frassino</i>	3	1	3
<i>Formazioni arboree di ripa</i>	7	2	5
<i>Vegetazione erbacea igrofila</i>	di transizione: 5	5	8
	ben strutturata: 10	7	8

tab. 5.4 - Valori di naturalità, rarità e stabilità attribuiti alle formazioni vegetazionali

Allo scopo di fornire a ciascuna formazione un unico valore che sintetizzi i tre parametri di giudizio, è stata elaborata una tabella di aggregazione (**tab. 5.5**), da cui si ricavano **5 classi di valore vegetazionale**. A ciascuna classe è stato attribuito un valore (compreso tra 1, situazione peggiore, e 5, situazione migliore) con il relativo giudizio di qualità, come riportato in **tab. 5.6**.

Per quanto riguarda l'attribuzione della classe a ciascuna tipologia vegetazionale (come mostrato nella **tab.5.5**), la naturalità e la rarità risultano maggiormente determinanti rispetto alla stabilità. Nel caso in studio la naturalità è espressione della "distanza" da una condizione di climax; la rarità invece evidenzia il grado di diffusione di ciascuna tipologia presente in pianura (le unità vegetazionali più rare sono le più pregiate). La stabilità ha invece il ruolo specifico di discriminare situazioni in cui la naturalità e la rarità si equivalgono, permettendo di definire la classe di appartenenza¹⁷.

¹⁷ Nel caso in studio la stabilità non è un parametro assoluto delle formazioni vegetazionali, come invece lo sono la naturalità e la rarità, ma dipende dalle condizioni dei popolamenti e dalla situazione vegetativa che varia da punto a punto. Per questa ragione si è deciso di attribuire ad essa un ruolo meno determinante rispetto agli altri due parametri.

Naturalità	Rarità	Sensibilità	CLASSE
10	10		I
	7		I
	5	≥ 5	I
		< 5	II
	2	≥ 5	II
		< 5	III
1	≥ 8	II	
	< 8	III	
7	10		I
	7	≥ 8	I
		< 8	II
	5		II
	2	≥ 8	II
< 8		III	
1		III	
5	10	≥ 8	I
		< 8	II
	7		II
	5	$= 10$	II
		< 10	III
	2		III
1	≥ 5	III	
	< 5	IV	
3	10	≥ 8	II
		< 8	III
	7		III
	5	≥ 5	III
		< 5	IV
	2		IV
1	≥ 3	IV	
	< 3	V	
2	10		III
	7	≥ 8	III
		< 8	IV
	5	≥ 5	IV
		< 5	V
2		V	
1		V	
1	10		IV
	7	≥ 5	IV
		< 5	V
	5		V
	2		V
1		V	

tab. 5.5 - Classi di valore vegetazionale a seconda della naturalità, rarità e sensibilità della formazione.

Vegetazione erbacea igrofila ben strutturata ¹⁸	I	molto alto	5
Quercio - Carpino	II	alto	4
Formazioni arboree di ripa, vegetazione erbacea igrofila di transizione	III	medio	3
Robineti variante farnia e frassino	IV	basso	2
Robineti	V	molto basso	1

tab. 5.6 Classi di valore vegetazionale attribuite a ciascuna formazione

Una volta assegnata a ciascuna formazione vegetazionale una classe di valore, la qualità complessiva della vegetazione di ciascuna area di raggio pari a 2 km è ricavata attraverso la seguente formula:

$$Q_v = \sum (Z_i \times \frac{A_i}{A_{tot}})$$

con:

Q_v = Qualità complessiva della vegetazione di ciascun sito

Z = Punteggio attribuito a ciascuna formazione

A = Area occupata dalla formazione *iesima* nel sito

A_{tot} = Area di analisi (2 Km di raggio dal baricentro del sito)

Fauna

La valutazione della fauna comporta sempre notevoli problemi legati alla scarsità e frammentarietà dei dati presenti e alla difficoltà di reperimento di informazioni legata alle differenti abitudini di vita delle specie da analizzate. Gli obiettivi specifici del progetto hanno orientato le modalità di valutazione della componente faunistica attraverso la scelta dei seguenti indicatori:

- *Valore di specie ornitiche nidificanti*¹⁹
- *Presenza di specie endemiche o minacciate*

¹⁸ La vegetazione erbacea igrofila è rappresentata dalle praterie palustri (scirpeti, cariceti e magnocariceti), tipiche di zone paludose aperte, negli invasi irrigui e per la piscicoltura abbandonati che si ritrovano in genere nell'area poirinese; si tratta di ambienti poco disturbati e di particolari condizioni geomorfologiche ed idrologiche (depressioni, strati impermeabili di argilla) dove la vegetazione igrofila ha potuto insediarsi nel tempo con formazioni ben strutturate.

Nel caso specifico delle aree di studio dell'altopiano poirinese, questo tipo di vegetazione di naturalità elevata non è stata rilevata, mentre si sono riscontrati popolamenti di transizione costituiti da cannuccia palustre (*Phragmites australis*) o da *Typha latifolia* con invasione di specie ruderali come *Solidago gigantea* e caratterizzati da una media naturalità.

¹⁹ Tra i Vertebrati terrestri gli uccelli sono da tempo riconosciuti come validi indicatori ecologici, in particolar modo in periodo riproduttivo; uno studio sulla distribuzione ecogeografica delle specie nidificanti può in effetti fornire informazioni su aspetti fisici, climatici e vegetazionali dell'ambiente, nonché indicazioni sulla fisionomia del paesaggio e sul grado di antropizzazione (T. Mingozzi & G. Boano).



Per la valutazione del *valore ornitico delle specie nidificanti* presenti sui territori in esame, si è applicato il metodo proposto da Brichetti e Gariboldi²⁰. Questo metodo attribuisce ad ogni specie di uccelli nidificanti in Italia un “valore”, definito “valore totale standard”, ottenuto combinando tre parametri che definiscono per cia-

scuna specie il **valore intrinseco**²¹, il **livello di vulnerabilità**²² e il **valore antropico**²³.

Dal momento che il metodo applicato da Brichetti e Gariboldi interessa le specie nidificanti di tutto il territorio nazionale, per analizzare nel dettaglio l'area interessata dal progetto si è fatto ricorso ad esperienze di campo e all'*Atlante degli uccelli nidificanti del Piemonte e Val d'Aosta* (1980 – 1984) di T. Mingozzi, G. Boano, C. Pulcher e collaboratori, del Museo di Scienze Naturali di Torino²⁴. Alle specie appartenenti alla

²⁰ P.Brighetti, A. Gariboldi, *Manuale pratico di ornitologia*, Edagricole – Edizioni agricole 1997

²¹ Il valore intrinseco di una specie deriva dalla combinazione dei seguenti parametri: valore biogeografico (ottenuto utilizzando la classificazione corologica proposta da Boano e Brichetti, 1989, con le specie endemiche che ottengono il valore più elevato e quelle cosmopolite il più basso); valore di distribuzione nazionale (risultato della combinazione del numero di regioni occupate, e quindi della distribuzione regionale, e la percentuale di tavolette TGM 1:5000 occupate); trend dell'areale (esprime l'attuale tendenza all'espansione o contrazione dell'area di distribuzione; attribuisce il valore più elevato alle specie in regresso); livello di territorialità (esprime il grado di legame della specie con il territorio circostante in relazione all'habitat frequentato e agli ambienti legati alle attività trofico-riproduttive); rarità ecologica (legata alla disponibilità sul territorio nazionale di ambienti considerati come preferenziali per la riproduzione della specie; i punteggi più bassi sono stati dati agli ambienti antropizzati); consistenza (espressa in numero di coppie nidificanti, divise in 5 classi, con i punteggi più elevati assegnati alle specie nidificanti con meno di 50 coppie); trend della popolazione (valutato in un periodo di 10-15 anni, vengono privilegiate le specie in diminuzione); importanza della popolazione dell'areale (si considera l'importanza dell'areale italiano in rapporto a quello paleartico, la regolarità della nidificazione, la presenza di sottospecie accertate e di endemismi); livello trofico (esprime la composizione prevalente della dieta e la posizione della specie nell'ambito della piramide alimentare).

²² Il livello della vulnerabilità è ottenuto sulla base dell'inserimento delle varie specie nelle liste rosse degli uccelli minacciati, nonché nelle normative comunitarie e nazionali. Sono favorite le specie in pericolo o minacciate.

²³ Il valore antropico è definito dalla combinazione dei seguenti parametri: valore naturalistico-ricreativo (esprime l'interesse che un pubblico non specialistico ma interessato ha per la specie in esame); valore scientifico (esprime l'interesse che la comunità tecnico-scientifica ha per la specie in esame); valore di fruibilità (ottenuto dalla somma del valore venatorio con il valore allevabilità); grado di antropofilia (indica la sensibilità della specie alla presenza e ad interventi antropici, nonché l'adattabilità a nidificare in ambienti modificati e/o antropizzati).

tavoletta su cui ricade il sito è stato attribuito un valore, come espresso in **tab. 5.7** a seconda che la singola specie presenti nidificazione certa, probabile o possibile.

Tipo di nidificazione	Valore (N)
Certa	3
Probabile	2
Possibile	1

tab. 5.7 - Valore attribuito al tipo di vegetazione

In **Allegato 1** sono elencate le specie nidificanti sul territorio piemontese (189 specie), il loro nome scientifico, l'inserimento nella Lista Rossa italiana, il numero totale delle tavolette della Regione in cui ciascuna specie è risultata presente, i valori attribuiti a ciascuna specie attraverso il metodo di Brichetti e Gariboldi (valore totale standard, valore intrinseco, livello di vulnerabilità, valore antropico), l'altitudine massima per la nidificazione della specie. Accanto a questi valori si è ritenuto utile aggiungere l'elenco semplificato degli ambienti di nidificazione e relative note circa la nidificazione di ciascuna specie, secondo la **tab. 5.8**:

a	ambiente acquatico	pa.m.	pareti rocciose di montagna
b	area boscata	ri	risaie
bru	brughiere	ru	rupi
c	campi coltivati (area agricola)	sab	sponde fluviali sabbiose
ff	fasce fluviali	u	aree urbane e suburbane con parchi e giardini
gh	ghiaietti (sponde fluviali)	xe	ambienti xerici
m	zona montana	zu	zone umide
p	prati e pascoli		

tab. 5.8 Legenda degli habitat delle specie nidificanti in Piemonte

²⁴ L'atlante regionale è basato sul sistema cartografico dell'Istituto Geografico Militare (IGM), la cui maglia cartografica è composta da fogli, in scala 1:100000, e da tavolette in scala 1:25000. Ogni foglio è numerato progressivamente ed è suddiviso in quattro quadranti (I, II, III e IV) individuati in senso orario a partire dalla posizione NE; ogni quadrante a sua volta, comprende quattro tavolette, definite dai rispettivi settori di orientamento NO, NE, SO e SE. L'individuazione delle singole tavolette avviene quindi tramite il numero del foglio, il numero del quadrante ed una sigla di orientamento. Obiettivo delle ricerche, i cui dati sono stati elaborati e riportati sull'atlante, consiste nel rilevare la totalità (o quanto meno il maggior numero possibile) di specie nidificanti in ogni unità territoriale. Poiché l'evento riproduttivo non è sempre di immediato accertamento, le osservazioni in campo sono state classificate dai rilevatori in tre categorie, secondo il grado di relativa certezza e sulla base di criteri standard, come di seguito riportato:

- *Nidificazione certa*: rinvenimento di nido con uova o pulli, di nido vuoto, di giovani inetti al volo o osservazione di adulti trasportanti materiale per la costruzione del nido, imbeccate o sacchi fecali
- *Nidificazione probabile*: osservazione di attività e comportamenti tipicamente associati alla riproduzione (canto, parate nuziali e altre manifestazioni di possesso e di difesa territoriale).
- *Nidificazione possibile*: osservazione di specie in periodo ed in habitat potenzialmente idoneo alla nidificazione, senza altri indici riproduttivi.

Le specie che vengono prese in considerazione sono quelle comprese nella tavoletta in cui ricade il sito, selezionate in base agli ambienti presenti realmente sul territorio analizzato. Il valore ornitico complessivo di ciascun sito si ricava nel seguente modo:

$$VO = \sum (vo_{st} \times N \div 3)$$

con:

- VO = Valore ornitico complessivo del sito
- vo_{st} = Valore totale standard della specie
- N = Valore attribuito al tipo di nidificazione (certa, probabile, possibile), secondo quanto definito sull'atlante per la tavoletta in cui ricade il sito.²⁵

Il criterio *specie endemiche o minacciate* tiene conto del numero complessivo di specie di uccelli, anfibi e rettili²⁶ appartenenti alle Liste Rosse. Lo scopo dell'indicatore è quello di fornire un inquadramento relativo allo "stato di salute" delle comunità faunistiche presenti sul territorio, evidenziandone quindi le necessità di conservazione che aumenta proporzionalmente al numero di specie minacciate presenti. Sulla base delle specie in elenco, sono state evidenziate quelle che la Direttiva *Habitat* 92/43/CE, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali nonché della flora e della fauna selvatiche, ha indicato come specie da tutelare ai fini della salvaguardia della biodiversità (Allegati B, D ed E)²⁷.

Ecosistemi

La valutazione degli ecosistemi presenti nelle aree in studio tiene conto di due criteri:

- *indice di efficienza ecosistemica*
- *indice di connettività esterna*

²⁵ In questo modo il valore che ne risulta dipende dalla certezza con cui si segnala la nidificazione della specie sul territorio in esame.

²⁶ La lista delle specie di uccelli, anfibi e rettili presenti nel territorio in esame è stata ricavata utilizzando l'*Atlante degli uccelli nidificanti del Piemonte e della Valle d'Aosta* di Mingozi, Boano e Pulcher e l'*Atlante degli Anfibi e Rettili – Erpetologia del Piemonte e della Valle d'Aosta* di Andreone e Sindaco. Il metodo è lo stesso che è stato utilizzato per la valutazione del valore ornitico, in quanto si è fatto ricorso alla suddivisione della Regione Piemonte in tavolette I.G.M. in scala 1:25.000 del sistema cartografico dell'Istituto Geografico Militare e si sono considerate le specie ricadenti nelle tavolette contenenti le aree in esame.

²⁷ Tali specie sono state individuate utilizzando le definizioni date dall'IUCN (International Union Conservation Nature) che identificano: **specie in pericolo**; **specie vulnerabili** (se il loro passaggio nella categoria delle specie in pericolo è ritenuto probabile in un prossimo futuro, qualora persistano i fattori alla base di tale rischio); **specie rare** (quando le popolazioni sono di piccole dimensioni e pur non essendo attualmente né in pericolo né vulnerabili, rischiano di diventarlo a prescindere dalla loro distribuzione territoriale) e **specie endemiche**, in cui rientra tra gli altri il Pelobate fosco, (specie che richiedono particolare attenzione a causa della specificità del loro habitat o delle incidenze potenziali del loro sfruttamento sul loro stato di conservazione).

Indice di efficienza ecosistemica

Per la descrizione dell'indice di *efficienza ecosistemica* si ritiene utile fare alcune considerazioni di carattere ecologico relative agli agroecosistemi. Il paesaggio della pianura coltivata oggetto dello studio presenta evidenti alterazioni dell'ambiente naturale che si ripercuotono anche sulla biodiversità: si tratta di un paesaggio costituito da un insieme di monoculture agricole, coltivazioni arboree (in prevalenza pioppeti), prati stabili e poche aree boschive relitte e marginali. Queste aree comprendono anche incolti, insediamenti e varie infrastrutture non strettamente collegate al settore agricolo, ma tali da non alterare le caratteristiche prettamente rurali del territorio in cui sono inseriti. Pertanto si tratta di una valutazione degli agroecosistemi presenti in quest'area, i cui criteri premiano quanto più un ecosistema seminaturale sia produttivo ed in equilibrio con il territorio circostante, ponendo in risalto le caratteristiche di efficienza piuttosto che di sensibilità. Esiste comunque una correlazione tra questi due aspetti: un ecosistema efficiente è in grado di sostenere organismi con valenze ecologiche molto specializzate e dunque maggiormente sensibili nel caso di modificazioni dell'ambiente. Tale situazione è dovuta ad una maggiore complessità delle condizioni ecologiche e delle forme viventi in quanto comporta un maggior numero di nicchie ecologiche e catene trofiche più articolate.

Per analizzare l'efficienza ecosistemica sono state prese in considerazione la geometria, la dimensione, la qualità delle tessere che compongono il mosaico ambientale definito "ecomosaico". Un ecomosaico può considerarsi ben equilibrato ed in grado di autosostenersi quando:

- non assume una dimensione inferiore a quella critica delle unità ecosistemiche, che dipende dalla superficie (estensione relativa di ciascun tipo di ecosistema naturale e relazione con le dimensioni minime necessarie per il mantenimento della comunità) e dalla frammentazione del mosaico, che si definisce per ciascuna tipologia di vegetazione in base al numero di tessere per unità di superficie, dimensione massima delle tessere e grado di diffusione;
- la distanza tra due tessere dello stesso tipo è sufficiente a mantenere la possibilità di movimento e trasporto di specie animali e vegetali e garantire così la diffusione delle specie.

Tenendo conto di questi principi l'analisi ecologica relativa all'efficienza ecosistemica deriva dalla combinazione dei seguenti indicatori sintetici:

- estensione di habitat semi – naturali²⁸

²⁸ Parametro che fornisce un'informazione riguardante la densità delle unità ecosistemiche semi-naturali rispetto alla totalità dell'area di indagine. Si tratta di un valore importante per capire la preponderanza dell'influsso antropico e delle soglie minimali al di sotto delle quali si instaurano fenomeni di degrado dovuto alla carenza di spazi naturali ed alla frammentazione degli ecosistemi.

- funzionalità dell'ecomosaico²⁹
- presenza di elementi di naturalità diffusa³⁰

L'*estensione di habitat seminaturali* è un parametro di facile calcolo: consiste nella somma di tutti gli elementi appartenenti alle unità ecosistemiche semi-naturali, intese come unità che comprendono vegetazione arborea spontanea, più o meno artificializzata, aree agricole di tipo estensivo e/o marginale (nelle quali le tecniche agricole non sono tali da interferire in modo eccessivo con la sussistenza di specie animali e vegetali selvatiche associate alle coltivazioni e agli ambienti di tipo marginale ad esse collegati), gli ecosistemi acquatici dei corsi d'acqua naturali con vegetazione ripariale e degli stagni anche di origine antropica ma sufficientemente naturalizzati.

Per valutare la *funzionalità ecosistemica* delle diverse tipologie di habitat (ecosistemi boschivi parcellizzati e continui, agroecosistemi a minor grado di artificializzazione, acque lotiche naturali e zone umide) sono stati utilizzati differenti criteri poiché diverse sono le condizioni che le rendono funzionali.

Prima di descrivere tali criteri è importante delineare le principali caratteristiche delle tipologie ecosistemiche analizzate in quanto a seguito di considerazioni relative al valore ecologico di ciascuna di esse, sono stati attribuiti dei pesi compresi tra 0 (valore nullo) e 1 (valore massimo) utili per la valutazione della qualità ecologica complessiva delle aree in esame, come mostrato in **tab. 5.9**.

Tipologie ecosistemiche	Peso (j)
Ecosistemi boschivi parcellizzati a predominanza autoctona ³¹	1
Ecosistemi boschivi parcellizzati a predominanza esotica ³²	0.8
Bosco autoctono ³³	0.9
Bosco esotico ³⁴	0.5
Agroecosistema a < grado di artificializzazione ³⁵	0.4
Acque lotiche ³⁶	0.8
Zone umide ³⁷	1

tab. 5.9 - Pesi attribuiti a ciascuna tipologia ecosistemica

²⁹ Il parametro esprime quanto sia uniformemente distribuita l'abbondanza delle macchie appartenenti alle diverse tipologie di habitat, attraverso una valutazione dell'estensione di ciascun ecosistema e del numero delle tessere che lo compongono. La frammentazione degli ecosistemi è un fenomeno generalmente riconoscibile in tutti i territori antropizzati ed è normalmente il primo stadio di degrado sulla strada della scomparsa degli habitat naturali in quanto provoca isolamento e fenomeni di estinzioni locali in molte comunità viventi.

³⁰ A contribuire alla naturalità diffusa ci sono quelle strutture naturali che assicurano l'eterogeneità e la diversità del mosaico paesistico e costituiscono, nel loro insieme, un importante sistema di strutture ecotonali (zone di transizione tra ambienti differenti).

Di seguito si riportano i criteri per la valutazione delle diverse tipologie ecosistemiche analizzate:

- **Ecosistemi boschivi**³⁸: sono state considerate il numero di tessere o unità ecosistemiche appartenenti alla stessa formazione boschiva e la somma delle loro superfici. Dalla combinazione di queste due grandezze si valuta quanto le macchie boscate siano disperse e frammentate (situazione peggiore) o quanto invece possano costituire un sistema di relazioni reciproche efficiente, che supporta al meglio sia le specie tipiche dell'ambiente forestale che quelle che sfruttano anche la presenza di ambienti di margine ed agricoli (situazione migliore). Il metodo elaborato consiste nella costruzione di una tabella a doppia entrata (tab. 5.10) in cui da un lato si inseriscono classi di estensione via via crescenti, espresse in ettari, e dall'altro il numero di tessere ecosistemiche. La valutazione è espressa in una scala ordinale compresa tra 0 (situazione peggiore) e 10 (situazione migliore). La qualità degli ecosistemi aumenta all'aumentare dell'estensione, ma a parità di superficie assume un ruolo determinante il numero di tessere.

³¹ Zone ad elevata densità di vegetazione boschiva autoctona (>50%) ma parcellizzata e dispersa sul territorio, intercalata con una buona varietà di altri usi del suolo quali pioppeti, prati stabili, pascoli, seminativi, cespuglieti e incolti. Si tratta di ecosistemi semi-naturali, che in certi casi individuano, soprattutto se accoppiati a colture miste (es. pioppeti – prati - seminativi) di piccola dimensione, una situazione di migliore biodiversità.

³² Zone ad elevata densità di vegetazione boschiva (> 50%) ma parcellizzata e dispersa sul territorio, composta in prevalenza da latifoglie non autoctone e a struttura semplificata, intercalata con una buona varietà di altri usi del suolo quali pioppeti, prati stabili, seminativi, cespuglieti e incolti.

³³ Masse boschive con vegetazione autoctona prevalente e struttura paranaturale.

³⁴ Masse boschive con vegetazione prevalentemente non autoctona e/o struttura semplificata. Il basso valore ecosistemico di questa tipologia è legato alla perdita di biodiversità ed alla banalizzazione provocata dalla rapida diffusione delle specie esotiche, quali la Robinia pseudacacia, capaci di soffocare e soppiantare le specie autoctone vegetali.

³⁵ Zone coltivate con prati stabili e con buona permanenza di elementi naturali (siepi, piccole zone umide, aree incolte) che possono sostenere una maggiore densità faunistica. Si differenziano dalle aree a coltivazione intensiva, in quanto la struttura ha una maggiore complessità e le tecniche agricole sono tali da non interferire in modo eccessivo con la sussistenza di specie animali e vegetali selvatiche associate alle coltivazioni e agli ambienti di tipo marginale ad esse collegati.

³⁶ Si tratta di ecosistemi di acque correnti, con una configurazione dell'alveo naturale, caratterizzato da un andamento non rettificato, con vegetazione ripariale presente, ben strutturata e continua e un indice di qualità delle acque soddisfacente.

³⁷ Si tratta di ecosistemi ad acque ferme: specchi d'acqua anche di origine artificiale (es. derivati da cave sottofalda, bacini irrigui) ma con sponde sinuose e variate. Presentano formazioni vegetali igrofile tipiche di aree palustri e acquitrinose nelle varie fasi di interrimento e vegetazione arborea e igrofila lungo le sponde. Queste zone umide creano condizioni favorevoli all'insediamento e sviluppo degli anfibii, in particolare nel caso specifico in esame rappresentano l'habitat idoneo alla vita del Pelobate fosco, specie rara e protetta.

³⁸ Vi fanno parte le tipologie gli ecosistemi boschivi parcellizzati a predominanza autoctona ed esotica e i boschi autoctoni ed esotici.

Questo numero è ottimale quando non rappresenta né l'eccessiva frammentazione dovuta ad un numero troppo elevato di tessere, che crea condizioni di isolamento e rischio per la sopravvivenza dell'ecosistema stesso, né un'omogeneità determinata da un numero ridotto di tessere con conseguente diminuzione di biodiversità

n. unità \ Sup. (ha)	0 - 1	1 - 5	5 - 25	25 - 50	50 - 150
1	1	2	3	5	6
2	2	3	4	6	7
3	2	4	5	6	7
4	1	5	6	7	8
5	1	4	7	7	8
6	1	3	7	8	8
7	0	2	6	8	9
8	0	2	6	9	9
9	0	1	5	9	9
10	0	1	4	8	10
11	0	0	3	8	10
12	0	0	3	7	10
13	0	0	2	7	9
14	0	0	2	6	9
15	0	0	1	6	8

tab. 5.10 - Tabella per la valutazione della funzionalità degli ecosistemi boschivi

- **Agroecosistema** a minor grado di artificializzazione: sono state considerate il numero di tessere e l'estensione degli agroecosistemi presenti sul territorio attribuendo un ruolo di maggiore importanza alle situazioni di maggiore estensione e minor numero di unità, come mostrato in **tab. 5.11**. Questi criteri di valutazione, tradotti in una scala ordinale compresa tra 0 (situazione peggiore) e 10 (situazione migliore) derivano dal fatto che l'agroecosistema seminaturale, in queste realtà fortemente antropizzate, costituisce una matrice di scambio che risulta tanto più permeabile e colonizzabile da specie selvatiche, quanto più è estesa in superficie, consentendo anche a specie di altri ambienti di utilizzare questo spazio per esigenze alimentari e di movimento. La frammentazione è negativa per questo ecosistema, in quanto tanto più un ambiente seminaturale è ridotto a condizione residuale, tanto più risulta minacciato dalle coltivazioni intensive.

n. unità \ Sup. (ha)	0 - 10	10 - 50	50 - 150	150 - 300	300 - 500
1	2	3	6	8	10
2	1	3	5	7	9
3	1	2	4	7	9
4	0	2	3	6	8
5	0	1	2	6	7
6	0	0	1	4	5

tab. 5.11 - Tabella per la valutazione della funzionalità degli agroecosistemi a minor grado di artificializzazione

- Acque lotiche seminaturali:** la valutazione è stata condotta attraverso la combinazione del numero di corpi idrici presenti sul territorio e dell'estensione delle fasce ripariali con maggior funzionalità. Il valore di questo ecosistema cresce con l'aumento sia della superficie sia del numero di corsi d'acqua, come mostrato in tab. 5.12. Tali criteri sono stati tradotti in una scala compresa tra 1 (situazione peggiore) e 10 (situazione migliore). Un buon numero ed una buona articolazione di corpi idrici sul territorio, garantisce una varietà di ecosistemi acquatici ed una ricchezza di specie che contribuisce significativamente al pregio naturalistico dell'area in esame.

n. unità \ Sup. (ha)	0 - 3 ha	3 - 5 ha	5 - 7 ha	7 - 10 ha
1	1	3	4	5
2	2	5	6	7
3	3	6	7	9
4	4	7	8	10
5	5	7	9	10

tab. 5.12 - Tabella per la valutazione della funzionalità delle acque lotiche seminaturali

- Zone umide:** a differenza delle precedenti tipologie ecosistemiche, la valutazione è stata effettuata senza tener conto dell'estensione areale, in quanto poco incidente sulla qualità del territorio; è stata invece considerata particolarmente significativa il numero di zone umide, come mostrato in tab. 5.13. Il criterio di valutazione è stato tradotto in una scala compresa tra 0 (assenza di zone umide) e 10

(situazione migliore). La presenza di un numero elevato di questi ambienti rende possibile gli scambi indispensabili per la sopravvivenza delle popolazioni che vi sono insediate.

n. zone umide	valore
0	0
1	2
2 - 3	4
4 - 5	7
> 5	10

tab. 5.13 - Tabella per la valutazione della funzionalità delle zone umide

La funzionalità ecosistemica complessiva di ciascuna area in esame è il risultato dell'aggregazione delle valutazioni di funzionalità (f_i) relative a ciascuna tipologia ecosistemica secondo la seguente formula:

$$F = \sum (f_i \times j_i)$$

con:

F = Funzionalità complessiva di ciascuna area

f_i = Valore di funzionalità di ogni tipologia ecosistemica³⁹

j_i = Peso attribuito ad ogni tipologia ecosistemica⁴⁰

Per quanto riguarda la presenza di *elementi di naturalità diffusa*, è stato considerato lo sviluppo lineare dei suddetti elementi rispetto all'estensione in ettari di ogni area di studio, considerando che la dotazione ottimale per garantire la massima densità e varietà delle comunità ornitiche degli ambienti coltivati è definita in letteratura per uno sviluppo compreso tra 60 e 80 metri lineari di siepe alberata per ettaro. La soglia critica, al di sotto della quale la popolazione di molte specie viene ridotta cade a valori di circa 20 m per ha, se sono presenti solo piccole e disperse superfici boscate⁴¹.

³⁹ Il valore è quello espresso nelle tab. 10-11-12-13

⁴⁰ Tale peso è riportato in tab.9

⁴¹ Nel caso specifico delle aree di studio, al parametro è stato assegnato un peso molto basso in quanto in nessun caso sono stati rilevati elementi lineari di estensioni significative secondo i criteri sopra citati. Non si è comunque ritenuto di trascurare questi dati perché, sebbene poco rilevanti, hanno aggiunto informazioni utili a discriminare le aree in esame.

Una volta analizzati gli ecosistemi sotto questi tre aspetti (estensione degli habitat naturali e seminaturali, funzionalità ecosistemica e presenza di elementi a naturalità diffusa), la loro combinazione ha portato alla definizione dell'*efficienza ecosistemica* di ciascuna area in esame. La combinazione di questi indici è stata effettuata attraverso l'elaborazione di una tabella analoga alla tab. 5 utilizzata per la valutazione del valore vegetazionale. Attraverso tale aggregazione si ha la definizione di 5 classi in cui l'efficienza ecosistemica diminuisce con l'aumentare della classe. In questa valutazione hanno assunto un peso rilevante l'estensione degli habitat seminaturali e la funzionalità dell'ecomosaico; la presenza di elementi di naturalità diffusa invece ha giocato un ruolo discriminante nelle situazioni in cui non c'era una differenza sostanziale tra gli ecomosaici in termini di estensione e funzionalità⁴².

Indice di connettività esterna

L'indice di *connettività esterna* definisce lo stato del flusso biotico potenziale tra i diversi ecosistemi di un territorio, che si realizza essenzialmente per la presenza di veri e propri corridoi ecologici con aree ad alta naturalità più distanti. La difficoltà di valutare l'efficienza di un corridoio sulle esigenze specifiche di un determinato gruppo animale porta ad utilizzare essenzialmente l'analisi della disposizione degli habitat. Per l'analisi della connettività sono stati individuati i punti d'appoggio, i corridoi ed i nodi della rete ecologica.

I *punti d'appoggio* o *core areas* sono le aree caratterizzate da diversità biologica e si distinguono in:

- *core areas di importanza regionale*, quando corrispondono a fasce fluviali estese e consolidate attorno a corsi d'acqua di 1° o 2° ordine o ad estesi comprensori boschivi, anche se non tutelati amministrativamente;
- *core areas di valenza locale*, cioè sistemi di minore dimensione ma fondamentali per l'equilibrio ecologico dell'intero sistema territoriale, come ad esempio i corsi d'acqua principali di un bacino anche di 3° e 4° ordine e i biotopi tutelati anche di piccola estensione.

Tra i *corridoi* della rete ecologica occorre distinguere:

- *i corridoi effettivi*, che collegano due punti d'appoggio anche se con discontinuità e strozzature;
- *i corridoi potenziali* che si sviluppano a partire da un punto d'appoggio senza porsi in collegamento con un secondo, terminando quindi in un ambito a bassa biodiversità e di scarso interesse per le specie selvatiche.

⁴² La necessità di distinguere le diverse aree in esame deriva dalla finalità del progetto NRDS che prevede la stesura di una graduatoria finale relativa all'idoneità dei siti oggetto della valutazione.

I *nodi della rete* rappresentano i punti di incrocio tra vari corridoi, zone di possibile comunicazione tra aree naturali o seminaturali.

Di seguito sono riportati i criteri di valutazione ed i punteggi attribuiti alle diverse tipologie di elementi della rete ecologica appena descritti che sono serviti a definire la connettività esterna di un'area.

Tipologia di collegamento tra punti di appoggio

A seconda della valenza dei punti di appoggio, il tipo di collegamento che si instaura assume un significato differente e pertanto sono stati attribuiti i coefficienti moltiplicativi (a) espressi in **tab. 5.14**:

Tipologia di collegamento	Coeff. (a)
Collegamento tra due punti d'appoggio a valenza regionale	2
Collegamento tra un punto d'appoggio a valenza regionale e uno a valenza locale	1,5
Collegamento tra due punti d'appoggio a valenza locale	1

tab. 5.14 - Coefficienti moltiplicativi a seconda del tipo di collegamento che si instaura tra punti di appoggio.

Corridoi

Il valore complessivo dei corridoi presenti nell'area (c_{tot}) è il risultato della somma dei valori (v_c) attribuiti alle diverse tipologie di corridoi presenti nell'area stessa elencati in **tab. 5.15**, ciascuno pesato (peso b) sulla base della sua natura, ossia se effettivo o potenziale, come mostrato in **tab. 5.16**. Ossia:

$$c_{tot} = \sum (v_c \times b)$$

con:

c_{tot} = Valore totale dei corridoi

v_c = Valore di ogni tipologia di corridoio

b = Peso relativo alla natura del corridoio

Nodi

Per la definizione di nodo bisogna distinguere tra:

- Tipo A: Punti di incrocio tra corridoi dove possono essere messi in comunicazione diverse zone di naturalità. Si considerano solo incroci tra corridoi effettivi.
- Tipo B: Aree lungo il corridoio dove le popolazioni possono trovare una condizione di stabilità per l'insediamento.

Il calcolo del valore di ciascun nodo (n) si esegue sommando i valori v_c dei due corridoi che si incrociano e moltiplicando il risultato per 1,3 in quanto si assume che la presenza di un nodo contribuisca ad aggiungere circa un terzo del valore dei corridoi stessi, incrementandone le potenzialità di collegamento e di efficacia della rete. Ossia:

$$n_{tot} = \sum n = \sum (1,3 \times \sum v_c^*)$$

Con:

n_{tot} = Valore totale dei nodi

n = Valore di ogni singolo nodo

v_c^* = Valore dei corridoi che si incrociano nel nodo

Tipologia di corridoio ecologico	Valore c
A - Fosso senza vegetazione	1
B - Fosso con vegetazione	2
C - Filare di alberi/arbusti	3
D - Piccoli/medi corsi d'acqua (6-25 m di larghezza) senza vegetazione	4
E - Siepe alberata (max 6 mt di larghezza)	5
F - Piccoli/medi corsi d'acqua (6-25 m di larghezza) con vegetazione	6
G - Macchie boscate discontinue	6
H - Piccoli/medi corsi d'acqua (25-75 m di larghezza) senza vegetazione	7
I - Fascia riparia fluviale residua	7
L - Fasce boscate (25-75 m di larghezza) senza corso d'acqua	8
M - Fasce boscate (25-75 m di larghezza) con corso d'acqua naturale	9
N - Fascia riparia fluviale estesa e consolidata	10

tab. 5.15 - *Attribuzione dei valori dello stato di copertura e dimensioni del corridoio*

Natura dei corridoi	Peso
Effettivi: collegamento tra due o più punti d'appoggio	1
Potenziati: collegamento ad un solo punto d'appoggio	0,25

tab. 5.16 - *Attribuzione dei pesi rispetto alla natura dei corridoi*

Dall'aggregazione di quanto detto l'indice di connettività si ricava secondo la seguente formula:

$$C_e = (c_{tot} + n_{tot}) * a$$

In cui:

C_e = Indice di connettività esterna

c_{tot} = Valore totale dei corridoi

n_{tot} = Valore totale dei nodi

a = Valore del tipo di collegamento tra punti di appoggio

Per la valutazione degli ecosistemi delle aree in esame sono state realizzate attraverso gli strumenti GIS delle carte tematiche a supporto dell'analisi. In fig. 3 si riporta un esempio di carta degli ecosistemi.

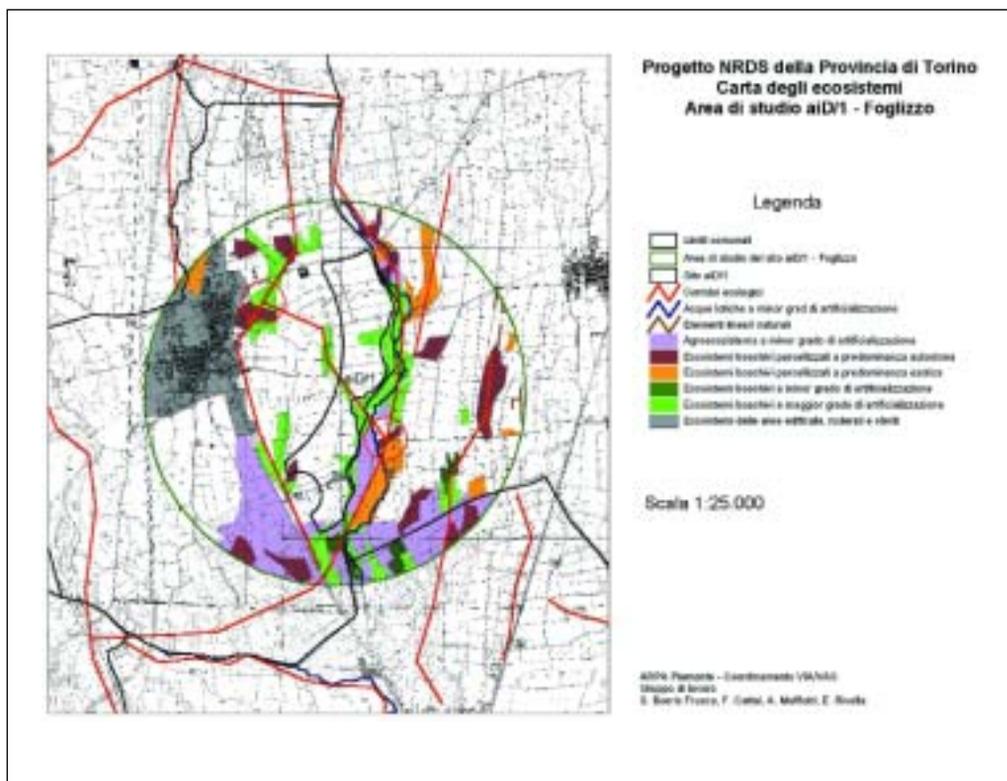


fig. 5.4 - Carta degli ecosistemi del sito potenzialmente idoneo per una discarica nel Comune di Foglizzo (To)

Una volta definiti i valori dei cinque indici (cioè Qualità complessiva della vegetazione, Valore ornitico delle specie nidificanti, Presenza di specie endemiche o minacciate, Efficienza ecosistemica e Connettività esterna), il pregio naturalistico dei siti analizzati viene calcolato attraverso l'utilizzo di programmi informatici basati sui principi dell'analisi multicriteri (ad esempio ELECTRA e successive modifiche). Questi programmi permettono di combinare informazioni eterogenee e, attraverso l'attribuzione di pesi agli elementi considerati e la definizione dei criteri di base per l'aggregazione, permettono di fornire una graduatoria dei siti analizzati.

5.2.2 Pregio paesaggistico

Per la valutazione della qualità del paesaggio nelle aree prese in esame è stata condotta un'analisi delle caratteristiche scenico-percettive del territorio privilegiando, tra le varie accezioni di paesaggio, quella dove il termine assume il significato di aspetto del mondo fisico così come percepito dai soggetti che lo fruiscono, arricchito dai valori che su di esso proiettano i vari soggetti; in pratica è dato dall'insieme degli elementi che formano le componenti visibili, dai beni culturali (antropici o ambientali) e dalle relazioni che li legano⁴³.

Occorre tenere in considerazione che nella valutazione delle caratteristiche paesaggistiche risulta facile incorrere in considerazioni di tipo soggettivo, in quanto non esistono dati certi, né esattamente quantificabili. Per ovviare a tali inconvenienti è stato fatto riferimento all'analisi percettiva di caratteristiche possedute oggettivamente dal territorio, alle quali possono essere fatti corrispondere valori di qualità. Un paesaggio avrà più valore in proporzione all'abbondanza di elementi positivi e scarsità di elementi negativi (detrattori della qualità visiva).

Come per il pregio naturalistico, anche per la valutazione del paesaggio è stata identificata un'area di 2 Km di raggio nell'ambito della quale sono state individuate le unità di paesaggio presenti; all'interno di ciascuna di queste è stato eseguito il rilevamento di alcuni parametri di valutazione di seguito discussi.

L'*unità di paesaggio* corrisponde ad un ambito spaziale nell'insieme omogeneo per caratteristiche "paesaggistiche". Le unità di paesaggio non sono necessariamente collegate o sovrapponibili ai sistemi ambientali o alle unità fisiografiche, ma derivano la propria definizione dai caratteri di percezione visiva che il paesaggio offre; pertanto nel presente lavoro sono state definite in base ai confini visuali ed alla ricorrenza e omogeneità di alcuni caratteri percettivi prevalenti. I confini visuali possono essere di natura morfologica, vegetazionale, edilizia o infrastrutturale. Si tratta di individuare elementi che delimitano significative modificazioni del bacino visuale: spartiacque,

⁴³ Per una completa definizione di paesaggio si rimanda alla PARTE III, cap.3.8

dorsali, orli di terrazzo, cordoni o masse boschive continue, zone agricole con elevata densità di colture arboree, zone edificate continue, rilevati stradali o ferroviari. In casi di transizione, in cui le situazioni sopradescritte si intrecciano o si sovrappongono impedendo di fatto di riconoscere un limite netto, i caratteri che maggiormente definiscono l'unità di paesaggio sono:

- morfologia e topografia del terreno (es. vallette secondarie, fondovalle, versante sinistro, versante destro, crinale principale, crinale secondario);
- tipo di copertura vegetale (es. fisionomia dominante per aree boscate, zone a mosaico con una tipologia prevalente, aree agricole a diversa vocazione, ecc.); presenza di corpi d'acqua;
- elementi di attrazione locale (beni storico - culturali a dimensione areale o lineare);
- elementi naturali facilmente osservabili (geotopi o biotopi);
- forme d'uso del suolo e relative modificazioni storiche e culturali;
- zone con insediamenti diffusi o concentrati.

La *procedura di valutazione* consiste nella determinazione, nell'ambito di ciascuna unità di paesaggio, di una serie di parametri a cui viene attribuito un punteggio secondo la **tab. 5.17**. I punteggi sono stati attribuiti sulla base della letteratura consultata e dal parere di esperti appartenenti al mondo accademico e operanti all'interno del sistema Agenziale.

I parametri che sono stati determinati appartengono a tre macroindicatori:

- aspetti scenico-percettivo,
- tipologia compositiva
- beni storico - culturali.

Gli *aspetti scenico - percettivi* prendono in esame la presenza di strutture guida del paesaggio capaci di focalizzare e definire lo spazio e rendere riconoscibile una certa struttura scenica. A questo aspetto viene associata una valutazione della presenza di punti di osservazione privilegiati, ovvero punti o strade dove ha luogo una fruizione del paesaggio che dipende dal numero e dall'attitudine/reazione degli osservatori potenziali. Ogni punto di fruizione privilegiata viene associato ad un campo visivo che può essere o di tipo panoramico o sullo stesso piano visuale o ribassata rispetto alla morfologia; risulta inoltre determinante valutare la presenza di elementi che possono costituire una barriera al campo visivo. La visione di tipo panoramico è stata presa in considerazione anche per quei siti esterni all'area di studio in cui la distanza non eccessiva consente una chiara percezione di strutture poste nell'area di valutazione.

La *tipologia compositiva* è costituita da elementi geomorfologici e dalla copertura della vegetazione. L'assetto paesaggistico di un determinato territorio è la risultante delle sovrapposizioni tra ambiente fisico e aspetti vegetazionali di origine agricola

e naturale. Viene dato maggior valore alle situazioni con rilievi più elevati e movimentate e a quelle più naturali, ma anche alle situazioni di mosaico tra varietà di colture ed elementi naturali che risultano equilibrate dal punto di vista compositivo. La valutazione ha tenuto conto anche dell'attuale stato di conservazione degli elementi geomorfologici e naturalistici, segnalando eventuali cause di degrado e processi di trasformazione che li coinvolgono.

Con il terzo aspetto relativo ai *beni storico - culturali*, il paesaggio viene inteso nei suoi caratteri di associazione di elementi storici di interesse monumentale, artistico, tradizionale e archeologico, che costituiscono il patrimonio culturale. Ai fini della valutazione di qualità e di importanza dell'elemento storico - culturale, sono stati presi in esame: l'attuale stato di conservazione, il contesto territoriale necessario alla conservazione dell'elemento, il sistema storico di appartenenza e la sua importanza in un paesaggio modificato sistematicamente dall'uomo.

I primi due macroindicatori si suddividono in sottoinsiemi che concorrono con punteggio differente a definire il giudizio parziale del macroindicatore. Su questa base gli aspetti scenico-percettivi si articolano in: strutture guida del paesaggio (valore relativo ponderato o $v_{rp}=0,6$) e punti di osservazione privilegiati ($v_{rp}=0,4$), mentre la tipologia compositiva è data da: morfologia ($v_{rp}=0,5$) e vegetazione ($v_{rp}=0,5$).

VAS		Tabella generale per la valutazione dell'indice di qualità visiva del paesaggio		
Progetto NRDS				
ASPETTI SCENICO - PERCETTIVI	STRUTTURE GUIDA DEL PAESAGGIO	Assenza di strutture guida	0	x
		Piccoli corsi d'acqua ad andamento rettificato	1	x
		Piccoli corsi d'acqua ad andamento naturaliforme	5	x
		Presenza di formazioni vegetali lineari (siepi, filari...)	3	x
		Orti di terrazzo	5	x
		Fiumi e fiumi ad andamento rettificato	5	x
		Fiumi e fiumi ad andamento naturaliforme	10	x
		Cricoli di bacini di III e IV categoria	9	x
		Cricoli di bacini di I e II categoria	10	x
	Peso parametro	0.6	48	10.0
	Totale parziale		6.0	
	PUNTI DI OSSERVAZIONE PRIVILEGIATI	Assenza di punti di fruizione pubblica o presenza di punti con visuale parziale disagiata	0	x
		Punti a livello del terreno circostante con cono visivo ridotto	3	x
		Punti a livello del terreno circostante con cono visivo ampio	7	x
Punti panoramici		10	x	
Percorsi escursionistici (pedestri, ciclabili,ippici...)		5	x	
Sirade panoramiche		8	x	
Peso parametro	0.4	33	10.0	
Totale parziale		4.0		
Totale indicatore		10.0		
TIPOLOGIA COMPOSITIVA	MORFOLOGIA	Terrano pianeggiante	1	x
		Terrano ondulato	3	x
		Terrano collinare	9	x
		Terrano montagnoso	10	x
		Peso parametro	0.5	23
	Totale parziale		5.0	
	VEGETAZIONE	Incolti	1	x
		Aree agricole con coltivazioni intensive n/o protetti	2	x
		Aree agricole con coltivazioni erbacee estensive e/o prati pascoli	5	x
		Aree agricole a mosaico	7	x
		Aree boschive	10	x
		Aree con componenti naturali (aree umide, mosaici rocciosi)	10	x
		Aree verdi pubbliche	6	x
	Peso parametro	0.5	40	10.0
Totale parziale		5.0		
Totale indicatore		10.0		
BENI STORICO CULTURALI	Siti archeologici documentati	10	x	
	Emergenze storico - architettoniche	8	x	
	Centri storici	7	x	
	Villaggi rurali e edifici a carattere tradizionale	5	x	
	Peso parametro		30	10.0
Totale parziale		10.0		
Totale indicatore		10.0		
DETRATTORI	Canali artificiali (cementati)	3	xx	
	Sirade ad elevato traffico	6	xx	
	Elettrodotti	5	xx	
	Aree degradate	7	xx	
	Curve	7	xx	
	Aree industriali e impianti tecnologici	9	xx	
	Cappannoni zootecnici	4	xx	
	Aree urbane	6	xx	
	Villaggi rurali e abitazioni sparse non a carattere tradizionale	2	xx	
	Peso parametro		49	10.0
Totale parziale		10.0		
Totale indicatore		10.0		

tab. 5.17 - Procedura di valutazione – tabella attribuzione punteggi

Ai macroindicatori sopra citati si aggiungono gli elementi antropici esistenti sul territorio in esame denominati *detrattori*, dovuti alla presenza di attività ad alto determinismo antropico, che provocano uno stato di disordine e degrado nelle linee di coerenza paesaggistica. Nell'ambito della valutazione dei detrattori, si tiene conto della loro significatività all'interno dell'unità di paesaggio considerata: se la loro estensione è puntuale, (con una valenza di tipo locale, in tab. 17 indicata con "x") il valore che assumono risulta essere la metà del valore che avrebbero i detrattori a valenza territoriale (in tab. 10 indicata con "xx"). Per "valenza locale" si intende la presenza di detrattori del paesaggio limitata arealmente e tale da recare un disturbo non particolarmente rilevante sul territorio. A "valenza territoriale" invece sono quei detrattori la cui significatività è tale da renderli non solo elementi di disturbo, ma parte integrante e costituente di un paesaggio fortemente antropizzato.

Per ottenere i totali relativi ai 4 indicatori sopra citati, sono prima stati sommati i valori associati ai parametri di ciascun indicatore e le somme risultanti sono state normalizzate, cioè riportate tutte ad una scala omogenea compresa tra 1 e 10 (tab.10).

Al termine della valutazione dei singoli parametri è stato proposto e valutato un indice che prende in considerazione gli indicatori presenti (Aspetti scenico percettivi, Tipologia compositiva, Beni storico - culturali e Detrattori), fornendo un valore di qualità per ciascun sito. L'indice utilizzato è stato denominato **IQL** (Index of Quality Landscape) in quanto rappresenta una modificazione ed applicazione alla realtà di studio di un indice denominato VRAP (Visual Resources Assessment Procedure) sviluppato dall'US Army Corps of Engineers. Il dato che si ottiene rappresenta la sommatoria di valori positivi e negativi determinati sul territorio di studio, ovvero:

$$I.Q.L. = \sum_n^{UP} \frac{(Asp + Tc + Bsc - D) \cdot \text{sup} \%}{4} \cdot 100$$

Dove:

UP = Unità di paesaggio

n = Numero di unità di paesaggio dell'area di studio di ciascun sito

Asp = Aspetti scenico percettivi

Tc = Tipologia compositiva

Bsc = Beni storico - culturali

D = Detrattori

Sup%= percentuale di superficie dell'unità di paesaggio

L'indice prende in considerazione, attraverso una media ponderata sulle superfici, dei dati di qualità del paesaggio, ottenuti dai differenti macroindicatori in esame (Asp, Tc, Bsc e D) per ciascuna unità di paesaggio valutata.

5.2.3 Carichi ambientali

Per quanto riguarda le modalità di definizione del carico ambientale presente all'interno dei siti in esame, visti gli obiettivi e le finalità del progetto, l'ARPA ha adottato un metodo che prevede la raccolta dei carichi di origine industriale o legati allo smaltimento dei rifiuti.

Questo criterio esamina i carichi ambientali che insistono su un territorio compreso in un raggio di 3 km dal baricentro di ciascun sito. L'analisi sui carichi ambientali dei territori in esame è stata condotta attraverso la valutazione di:

- **attività produttive**, che comprendono sia le attività ad impatto significativo (trascurando le piccole attività artigianali o commerciali che non hanno importanti ripercussioni sui cittadini sia in termini di distanza che in termini di intensità e frequenza) sia le industrie a rischio di incidente rilevante ai sensi L.R. 42/2000;
- **sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti**, come definiti dalla normativa vigente di settore (D.lgs 22/97 e successive modifiche);
- **numero di industrie a rischio presenti sul territorio in esame.**



Una volta censite le principali sorgenti di impatto ambientale presenti nelle diverse aree, sulla base delle pregresse esperienze relative all'incidenza di ciascuna tipologia di fonte attiva sul territorio sulle componenti aria, acqua, suolo e clima acustico, sono stati attribuiti a ciascuna tipologia di attività dei valori numerici di

incidenza compresi tra assenza di incidenza (0) e massima incidenza (+ 3). L'attribuzione di questi valori di incidenza è riportata per ciascuna attività produttiva in **Allegato 2**. Utilizzando questo metodo vengono rese esplicite le possibili incidenze ambientali di ciascuna fonte di pressione attiva, comprese quelle non percepite dai cittadini come problemi reali e segnalate attraverso esposti.

Per chiarezza metodologica di seguito sono espressi i criteri utilizzati per l'attribuzione dei valori di incidenza delle macrocategorie sopra elencate (attività produttive e impianti di trattamento e smaltimento rifiuti) sulle quattro componenti ambien-

tali, ai fini di una valutazione dei carichi ambientali rilevanti presenti sul territorio interessato dal progetto NRDS.

Attività produttive

Per la denominazione delle diverse tipologie di attività produttive da considerare si è fatto riferimento alle categorie INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro); a ciascuna attività produttiva sono stati attribuiti dall'ARPA dei valori di incidenza relativa (compresi tra 0 e 3 e mostrati nell'allegato 2) su ciascuna componente ambientale secondo i seguenti criteri:

- Incidenza *clima acustico – rumore e vibrazioni*:
 - 0 attività che non produce alcuna emissione di rumore all'esterno in relazione al tipo di lavorazione, di processo produttivo e di macchinari utilizzati;
 - 1 attività che può produrre limitate emissioni di rumore all'esterno con sostanziale rispetto dei limiti di legge (Legge Quadro 447/95 – DPCM 14/11/97 *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*);
 - 2 attività che può produrre significative emissioni di rumore all'esterno con possibilità di superamento dei limiti di legge (Legge Quadro 447/95 DPCM 14/11/97 *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*);
 - 3 attività che può produrre emissioni di rumore e vibrazioni all'esterno con possibilità di superamento significativo dei limiti di legge (Legge Quadro 447/95 – DPCM 14/11/97 *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*).

- Incidenza *suolo e territorio* (produzione di rifiuti, contaminazione e sversamenti):
 - 0 assenza di produzione rifiuti o necessità della sola valutazione amministrativa ai sensi delle leggi vigenti;
 - 1 produzione di rifiuti urbani o speciali assimilabili e/o produzione di rifiuti speciali valorizzabili (ai sensi del D.lgs 22/97 e successive modifiche);
 - 2 produzione di rifiuti speciali (ai sensi del D.lgs 22/97 e successive modifiche) con necessità di controllo tecnico (verifica area e sistemi di stoccaggio e/o smaltimento, ciclo produttivo); necessità di effettuare campioni; possibili sversamenti di sostanze non tossico-nocive;
 - 3 produzione di rifiuti pericolosi (ai sensi del D.lgs 22/97 e successive modifiche) con necessità di controllo tecnico dei sistemi di smaltimento (verifica area e sistemi di stoccaggio e/o smaltimento, ciclo produttivo); possibile sversamento di sostanze tossico - nocive e contaminazione del suolo.

- Incidenza *atmosfera* (emissioni di sostanze volatili e di radiazioni elettromagnetiche):
 - 0 assenza di emissioni;
 - 1 emissioni poco significative e non regolamentate dalla LR del 7 aprile 2000 n.43 (Disposizioni per le tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano Regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria) e dal DPR 203/88;
 - 2 emissioni regolamentate dalla LR del 7 aprile 2000 n.43 (Disposizioni per le tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano Regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria) e dal DPR 203/88 non comprensive di agenti tossici e radiazioni elettromagnetiche;
 - 3 emissioni regolamentate dalla LR del 7 aprile 2000 n.43 (Disposizioni per le tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano Regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria) e dal DPR 203/88 e rilevanti in termini di flussi di massa e di concentrazioni di agenti tossici; radiazioni elettromagnetiche.

- Incidenza *acqua* (scarichi):
 - 0 assenza di scarichi;
 - 1 scarichi di acque reflue civili ed assimilabili (in riferimento al D.L. 258/2000);
 - 2 scarichi di acque reflue industriali senza sostanze tossiche o bioaccumulabili (in riferimento al D.L. 258/2000);
 - 3 scarichi di acque reflue industriali con rilascio di sostanze tossiche o bioaccumulabili o che possono creare grave alterazioni del corpo recettore (in riferimento al D.L. 258/2000).

Sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti

Un carico rilevante sul territorio è attribuito agli impianti di trattamento e smaltimento rifiuti, i cui valori di incidenza (compresi tra 0 e 3) sulle componenti ambientali sono attribuiti secondo criteri differenti rispetto a quelli attribuiti alle attività produttive:

- Incidenza *clima acustico – rumore e vibrazioni*:
 - 0 attività che non produce alcuna emissione di rumore all'esterno in relazione al tipo di lavorazione, di processo produttivo e di macchinari utilizzati;
 - 1 attività che può produrre limitate emissioni di rumore all'esterno con sostanziale rispetto dei limiti di legge (legge quadro 447/95 – DPCM 01/03/91);
 - 2 attività che può produrre significative emissioni di rumore all'esterno con possibilità di superamento dei limiti di legge (legge quadro 447/95 DPCM 01/03/91);

- 3 attività che può facilmente produrre emissioni di rumore e vibrazioni all'esterno con possibilità di superamento significativo dei limiti di legge (legge quadro 447/95 – DPCM 01/03/91).

- Incidenza *suolo* (produzione di rifiuti, contaminazione e sversamenti):
 - 0 assenza di sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti;
 - 1 sistemi di smaltimento di rifiuti da destinare alla categoria di discarica 2A (per rifiuti inerti) secondo la classificazione della Delibera del Comitato Interministeriale 27 luglio 1984;
 - 2 sistemi di trattamento e smaltimento di rifiuti solidi urbani (RSU), rifiuti speciali assimilabili agli urbani e fanghi non tossici e nocivi derivanti dagli impianti di depurazione delle acque di scarico provenienti esclusivamente da insediamenti civili (da destinare a discarica di prima categoria secondo la classificazione della Delibera del Comitato Interministeriale 27 luglio 1984, o da destinare ad inceneritore);
 - 3 sistemi di trattamento e smaltimento di rifiuti tossico - nocivi da destinare alle tipologie di discarica 2B e 2C secondo la classificazione della Delibera del Comitato Interministeriale 27 luglio 1984, o da destinare all'incenerimento; siti inquinati da bonificare (anche ai sensi della legge regionale 42/2000).

- Incidenza *atmosfera* (emissioni di sostanze volatili e di radiazioni elettromagnetiche)⁴⁴:
 - 0 assenza di emissioni;
 - 1 emissioni di scarso rilievo non regolamentate;
 - 2 emissioni regolamentate dal DM 19/11/97, n. 503 concernente la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani, rifiuti speciali non pericolosi nonché di taluni rifiuti sanitari.

⁴⁴ Per quanto riguarda la percezione di odori sgradevoli legata alle emissioni di biogas degli impianti di interrimento controllato si attribuisce un valore pari a 3 in quanto anche se non esiste una normativa specifica che regolamenti gli odori sgradevoli o anche se non esistono riscontri scientifici che ne dimostrino la pericolosità, questi generano indubbiamente un disturbo percettivo del cittadino. Per quanto riguarda le discariche esaurite, in assenza di esposti relativi alla produzione di odori molesti, si attribuisce comunque un'incidenza pari a 1 dal momento che la produzione di biogas (uno dei gas emessi dalla discarica percepibile dall'olfatto) persiste anche dopo la chiusura della discarica.

Per le discariche si attribuisce un'incidenza sulle acque superficiali pari a 1 in quanto rappresentano un ostacolo allo scorrimento delle acque superficiali; nel caso in cui si siano riscontrati problemi legati alla perdita di percolato in falda si attribuisce un'incidenza pari a 3

- 3 emissioni regolamentate dal DM 25/02/2000, n. 124 recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni degli impianti di incenerimento dei rifiuti pericolosi.
- Incidenza *acqua* (scarichi)⁴⁵:
 - 0 assenza di scarichi;
 - 1 scarichi di acque reflue civili ed assimilabili (D.L. 258/2000);
 - 2 scarichi di acque reflue industriali senza sostanze tossiche o bioaccumulabili (in riferimento al D.L. 258/2000);
 - 3 scarichi di acque reflue industriali con rilascio di sostanze tossiche o bioaccumulabili o che possono creare grave alterazione del corpo recettore (in riferimento al D.L. 258/2000).

Metodo di valutazione

Per ciascuna area sono stati valutati i carichi ambientali, rappresentati dalle attività produttive e dagli impianti di trattamento e smaltimento rifiuti presenti nelle aree, sulla base della tipologia di carico, localizzazione e incidenze sulle quattro componenti ambientali aria, acqua, suolo e clima acustico. Una volta attribuiti i valori di incidenza relativi a ciascuna attività produttiva e a ciascun impianto di smaltimento rifiuti, si è calcolata l'incidenza complessiva delle attività produttive e degli impianti di smaltimento rifiuti. A tale scopo le componenti ambientali (aria, acqua, suolo e clima acustico) sono state pesate in funzione dell'importanza che assumono per la salute umana e la qualità di vita. In **tab. 5.18** si riportano i pesi attribuiti a ciascuna componente.

Componente	Peso P_c
Aria	1
Acqua	1
Suolo	1
Clima acustico	0,7

tab. 5.18 - Pesi attribuiti alle componenti ambientali

⁴⁵ Per informazioni dettagliate relative al Progetto "Non Rifiutarti Di Scegliere" della Provincia di Torino è possibile consultare il sito web: <http://www.provincia.torino.it/ambiente/nrds/index.htm>

Il carico antropico determinato dalle attività produttive si ricava nel seguente modo:

$$C_{ap} = \sum (P_c \times I_{ap}) = \sum (P_c \times \sum i_{ap})$$

Con:

C_{ap} = Carico antropico complessivo sulla qualità ambientale determinato dalle attività produttive

P_c = Peso della componente *iesima*

I_{ap} = Incidenza totale sulla componente *iesima* determinata dalle attività produttive

i_{ap} = Incidenza sulla componente *iesima* di ogni singola attività produttiva

Analogamente si calcola il carico determinato dagli impianti determinati dagli impianti di smaltimento rifiuti:

$$C_{sr} = \sum (P_c \times I_{sr}) = \sum (P_c \times \sum i_{sr})$$

Con:

C_{sr} = Carico antropico complessivo sulla qualità ambientale determinato dagli impianti di smaltimento rifiuti

P_c = Peso della componente *iesima*

I_{sr} = Incidenza totale sulla componente *iesima* determinata dagli impianti di smaltimento rifiuti

i_{sr} = Incidenza sulla componente *iesima* di ogni singolo impianto di smaltimento rifiuti

L'incidenza antropica sulla qualità ambientale deriva dalla combinazione dei valori di carico antropico trovati (C_{ap} e C_{sr}). Lo scopo della valutazione, che consiste nell'individuazione del sito (o siti) idonei alla localizzazione di una discarica e di un inceneritore ha portato a considerare il carico determinato dagli impianti di smaltimento rifiuti tre volte più importante di quello relativo alle attività produttive. Da quanto detto si deduce che l'incidenza antropica sulla qualità ambientale si ricava nel seguente modo:

$$I_{qa} = C_{ap} + 3C_{sr}$$

Con: I_{qa} = Incidenza del carico antropico sulla qualità ambientale.

- Dalla combinazione del valore di incidenza del carico antropico (il cui range è stato suddiviso in 5 classi di incidenza) con il numero di industrie a rischio di incidente rilevante, considerate come carichi potenzialmente esistenti sull'area, si ottengono dei punteggi, compresi in una scala tra 1 (carico minore) e 9 (carico maggiore), attribuiti a ciascun sito come illustrato in **tab. 5.19**.

tab. 5.19 - Aggregazione delle classi di incidenza con il numero di industrie a rischio

		numero di industrie a rischio			
		0	1 - 3	4 - 6	>6
classi di incidenza	0 - 30	1	2	3	4
	31 - 60	2	3	4	5
	61 - 90	3	4	5	6
	91 - 120	4	5	6	7
	120 - 150	5	6	7	8
>150	6	7	8	9	

5.2.4 Considerazioni conclusive

I criteri individuati nell'analisi di qualità ambientale dei siti potenzialmente idonei per la localizzazione di impianti di smaltimento rifiuti sono inseriti in un contesto valutativo più ampio di quello presentato in questo capitolo perché la scelta è stata condotta anche attraverso criteri economico-sociali (densità della popolazione, accessibilità del sito, opportunità di un recupero energetico, ecc.). Per questo motivo e per le caratteristiche di pianificazione territoriale e di analisi su area vasta, il progetto *Non Rifiutarti Di Scegliere* ha tutti i requisiti per essere inserito nell'ambito di una Valutazione Ambientale Strategica. Pertanto le metodologie messe a punto dall'ARPA applicate al territorio metropolitano di Torino ed ai territori agricoli periferici, possono costituire con opportune variazioni una base per altri progetti di programmazione e pianificazione strategica o di analisi di qualità del territorio.

5.3 Sistema di valutazione integrata della qualità ambientale In ambienti naturali e seminaturali

Nei procedimenti di analisi e valutazione della qualità ambientale risulta di fondamentale importanza riferirsi ad un modello strutturato da un lato che permetta di raccogliere la molteplicità delle informazioni ambientali necessarie alla valutazione del territorio, organizzandole in base alle relazioni che le caratterizzano, dall'altro che dia la possibilità di fornire un giudizio quali-quantitativo delle componenti in modo da indirizzare le scelte di pianificazione.

Allo scopo di analizzare le condizioni dell'ambiente dei **Siti piemontesi di Importanza Comunitaria** (SIC), che rappresentano biotopi individuati ai sensi della Direttiva 92/43/CE (Direttiva Habitat)⁴⁶, l'ARPA Piemonte ha definito un modello dinamico volto alla caratterizzazione ambientale di realtà territoriali di diverso tipo, in grado di analizzare i meccanismi che determinano il livello di qualità attuale e verificare, attraverso scenari di simulazione, l'efficacia di interventi correttivi o l'adozione di piani e programmi di tutela e sviluppo. Il lavoro ha comportato l'identificazione di un'ideale metodologia di studio e ricerca applicabile ad aree naturali o seminaturali in cui la componente "natura" risulta ancora ben rappresentata oppure in aree che presentano un livello di vulnerabilità ambientale elevato.

La metodologia di analisi si ispira al **modello DPSIR**⁴⁷ che prevede la suddivisione delle informazioni ambientali in macroambiti (Fonti, Pressioni, Stato, Impatti e Risposte), ciascuno analizzato indipendentemente dagli altri considerando inoltre le relazioni di causa-effetto esistenti tra essi.

Le principali fasi di lavoro del metodo sono:

- definizione di un set qualificato di *indicatori ambientali* che permetta di descrivere sinteticamente le condizioni ambientali e valutarne l'andamento;
- adozione di idonee metodologie d'indagine e di elaborazione dei dati ambientali;
- individuazione di un modello di aggregazione (attraverso l'utilizzo di metodi multicriteri, dalle metodologie della valutazione d'impatto e del rischio ambientale), in grado di organizzare quanto elaborato nei singoli macroambiti per giungere ad una valutazione dell'impatto complessivo presente nei territori analizzati.

⁴⁶ C.fr. In generale, nell'accezione ecologica, per **biotopo** si intende l'ambiente fisico in cui vive una singola popolazione animale o vegetale che costituisce un'entità ecologica di rilevante interesse per la conservazione della natura. I SIC, quindi, sono a tutti gli effetti dei biotopi, delimitati da confini amministrativi decisi dalle autorità competenti, che presentano al loro interno specie animali o vegetali di particolare interesse ecologico e conservazionistico oppure che costituiscono degli habitat di particolare importanza naturalistica o in forte regressione nel territorio europeo e, come tali, da tutelare.

⁴⁷ C.fr. PARTE III – cap.3.1



Il metodo prevede una serie di fasi successive (analisi e valutazione delle fonti, delle pressioni, dello stato delle risorse ed individuazione delle principali linee d'impatto), mediante le quali si rappresenta quali-quantitativamente il territorio; attraverso esse è anche possibile predisporre un sistema di monitoraggio in grado recepire eventuali variazioni nel tempo e linee di tendenza dei fattori studiati, indirizzando quindi le risposte ed eventuali analisi di dettaglio.

Di seguito vengono esposte le differenti fasi caratterizzanti il metodo, applicato alcuni Siti d'Importanza Comunitaria della Regione Piemonte.

5.3.1 Analisi e valutazione delle Fonti di pressione

In questa fase del metodo sono determinate (in termini di presenza-assenza) le **fonti di pressione**⁴⁸, presenti nell'area in studio e nell'aree limitrofe. Le fonti di pressione individuate sono riportate in **tab. 5.19**; esse sono raggruppate in *settori socio-economici* (F.1.0, F.2.0,...), ciascuno organizzato in *ambiti strutturali* (F.1.1, F.1.2,...), a loro volta definiti da *descrittori*, riportati in **allegato 3**.

⁴⁸ Le fonti di pressione ambientale rappresentano le azioni antropiche da cui originano pressioni che interagiscono con la qualità ambientale.

F.1.0 – Insediamenti abitativi F.1.1 – Tipologia urbana F.1.2 – Turismo e attività venatoria F.1.3 – Strutture ricettive F.1.4 – Strutture sportive F.2.0 – Agricoltura F.2.1 – Tipologie agricole F.3.0 – Zootecnia F.3.1 – Conduzione allevamenti F.4.0 – Trasporti F.4.1 – Vie di comunicazione	F.5.0 – Industria F.5.1 – Attività produttive F.5.2 – Attività minerarie, estrattive e captazioni acque F.6.0 – Servizi F.6.1 – Infrastrutture interrate F.6.2 – Infrastrutture fuori terra F.6.3 – Sistemi di selezione, trattamento e smaltimento rifiuti F.7.0 – Energia F.7.1 – Produzione energetica e canalizzazioni
--	---

tab. 5.19 - *Settori socio-economici e ambiti strutturali delle fonti di pressione*

Per poter dare una rappresentazione sufficientemente esaustiva dei fattori antropici, ciascun descrittore è caratterizzato da un valore discreto (compreso tra 0 e 10), proporzionale all'incidenza potenziale⁴⁹ che ciascuno di essi esercita sul territorio. Questa operazione permette di trasformare le informazioni eterogenee delle differenti fonti di pressione in parametri che possono essere confrontati ed elaborati, per giungere ad una valutazione complessiva.

In **tab. 5.20** si riportano, a titolo di esempio, i descrittori utilizzati per il solo settore agricolo (F.2.0 della tab. 5.19) e i valori attribuiti a ciascuno di essi, mentre in **Allegato 3** si riporta la scheda complessiva.

⁴⁹ intesa come inquinanti emessi, occupazione di suolo, disturbo alle componenti naturali...

SETTORE SOCIO-ECONOMICO	AMBITO STRUTTURALE (A)	DESCRITTORI	VALORE D'INCIDENZA (F)
F.2.0 AGRICOLTURA	F.2.1. - TIPOLOGIE AGRICOLE	Assenza attività agricole	0
		Selvicoltura	1
		Coltivazioni marginali con incolti	2
		Prato stabile	3
		Pascolo	4
		Sistemi particellari complessi	6
		Arboricoltura (pioppeti)	9
		Monocolture intensive	10

tab. 5.20 - Fonti di pressione relative al settore agricolo e valori d'incidenza relativi

Per determinare il grado d'importanza delle diverse fonti sulle componenti naturali e sull'uomo, gli ambiti strutturali (F.1.1, F.1.2, ... della tab. 5.19) sono confrontati uno rispetto all'altro con l'attribuzione di valori assegnati da alcuni gruppi di esperti secondo il sistema del confronto a coppie⁵⁰. I coefficienti ponderali individuati vengono riportati in tab. 5.21.

AMBITO STRUTTURALE (A)	COEFF. PONDERALE (C _p)
Tipologia urbana	7,77
Turismo e att. Venatoria	5,57
Strutture ricettive	6,38
Strutture sportive	6,16
Tipologie agricole	7,95
Conduzione allevamenti	9,01
Vie di comunicazione	8,68
Attività produttive	8,72
Attività estrattive	10,88
Infrastrutture interrate	3,74
Infrastrutture fuori terra	6,82
Smaltimento rifiuti	8,94
Produzione energetica	9,38

tab. 5.21 - Pesi attribuiti agli ambiti strutturali dei settori socio-economici

⁵⁰ Bona F., Cecconi G., Maffiotti A., *An integrated approach to assess the benthic qualità after sediment capping in Venice lagoon* (2000).

La valutazione di ciascun ambito strutturale si ottiene attraverso la seguente operazione:

$$\mathbf{IF} = \mathbf{C}_p \times \mathbf{F} = \mathbf{C}_p \times \sum \mathbf{VI}_F$$

con:

- \mathbf{IF} = incidenza potenziale (legata alle fonti di pressione) di ciascun ambito strutturale sulla qualità ambientale
- \mathbf{C}_p = coefficiente ponderale dell'ambito strutturale
- \mathbf{F} = fonti relative all'ambito strutturale
- \mathbf{VI}_F = valore d'Incidenza di ciascun descrittore dell'ambito strutturale⁵¹

Dall'aggregazione così pesata dei punteggi attribuiti a ciascun descrittore presente nell'ambito strutturale si ottiene un indice sintetico, il cui valore viene espresso attraverso un **giudizio di incidenza potenziale**, che deriva dalla suddivisione del range dei valori in cinque classi. Gli intervalli di tali classi sono adattati alla realtà in esame (si è cioè effettuata un'operazione di calibrazione) attraverso la simulazione di alcuni scenari, la cui criticità (definita come *bassa*, *medio-bassa*, *media*, *medio-alta* ed *alta*) dipende dalle caratteristiche delle fonti.

Sommando i risultati ottenuti dall'analisi di ciascun ambito strutturale (\mathbf{IF}) si ottiene il valore complessivo delle Fonti, da cui si ricava il **livello di criticità ambientale potenziale del territorio**, anche in questo caso rappresentato su una scala di cinque classi.

Tra le realtà vagliate, sia per quanto riguarda l'analisi degli ambiti di ciascun settore socio-economico, sia a maggior ragione per la valutazione complessiva, è possibile riscontrare situazioni non ascrivibili completamente a nessuna delle classi predefinite perché collocate agli estremi delle stesse, per le quali è sufficiente una minima variazione in termini di presenza di sorgenti di pressione per avere un cambiamento di classe; una tale variazione può avvenire a seguito di un miglioramento dello stato ambientale o di un suo peggioramento. Allo scopo di considerare tale aspetto, si è adottato il criterio di variabilità intorno al 10% del valore determinato; tale percentuale è stata testata attraverso alcune simulazioni in cui si è adottata una visione cautelativa del problema. Se la variazione del valore determina un cambiamento di classe, il giudizio che ne deriva prende in considerazione queste tendenze evolutive. A tale fine si è scelto di indicare le situazioni limite con due classi (o giudizi), di cui la prima è quella in cui ricade il territorio analizzato, mentre la seconda rappresenta la tendenza evolutiva in atto. La rappresentazione dei risultati, parziali e complessivi, ottenuti è stata effettuata per mezzo di una scala di colori, come illustrato in **tab. 5.22**.

⁵¹ I valori d'incidenza presi in considerazione sono solo quelli dei descrittori effettivamente presenti nel territorio analizzato

Legenda dei colori relativi ai giudizi di presenza-incidenza delle Fonti di pressioni		
	alta alta tendente a medio-alta	Classe V: alta presenza di fonti di pressione
	medio-alta tendente a alta medio-alta medio-alta tendente a media	Classe IV: presenza di fonti di pressione medio-alta
	media tendente a medio-alta media media tendente a medio-bassa	Classe III: presenza di fonti di pressione media
	medio-bassa tendente a media medio-bassa medio-bassa tendente a bassa	Classe II: presenza di fonti di pressione medio-bassa
	bassa tendente a medio-bassa bassa	Classe I: bassa presenza di fonti di pressione

tab. 5.22 - Chiave di lettura dei risultati

5.3.2 Analisi e valutazione delle Pressioni

Il macro-ambito rappresentato dalle Pressioni descrive l'**incidenza reale** (a differenza di quella potenziale rilevata con le Fonti)⁵² delle attività umane sulle risorse naturali presenti all'interno delle aree di studio. Per l'analisi sono stati scelti alcuni indicatori di pressione (tab. 5.23) che specificano ciascuno degli ambiti strutturali dei settori socio-economici, in modo da quantificare le informazioni che le fonti forniscono solo in termini qualitativi.

Per poter leggere i dati eterogenei ricavati dall'analisi di ogni indicatore in modo univoco, i dati raccolti vengono ordinati in cinque classi, definite in relazione alla normativa, alla letteratura o al giudizio di esperti, a ciascuna delle quali è assegnato un valore discreto appartenente ad una scala compresa tra 0 (che corrisponde ad assenza di pressione) e 10 (situazione con pressione massima), come illustrato in tab. 5.24. I valori ricavati dall'analisi di ciascun indicatore vengono aggregati a livello di ambito strutturale e pesati (il peso relativo è riconducibile a quello individuato per le Fonti), come espresso di seguito.

$$IP = C_p^* \times P = C_p^* \times \sum VI_p$$

⁵² La principale differenza tra Fonti e Pressioni risiede nella capacità predittiva delle Fonti sulla possibile evoluzione del carico antropico del territorio, mentre l'analisi delle pressioni rappresenta una fotografia della situazione attuale, anche se non esclude l'individuazione di una tendenza evolutiva.

con:

- IP = incidenza reale (legata alle pressioni) di ciascun ambito strutturale sulla qualità ambientale
- C_p^* = coefficiente ponderale dell'ambito strutturale⁵³
- P = pressioni relative all'ambito strutturale
- VI_p = valore d'incidenza attribuito alla classe in cui ricade il dato rilevato per ogni indicatore dell'ambito strutturale

<p>F.1.1 – Tipologia urbana</p> <p>P.1.1.1 – superficie edificata</p> <p>P.1.1.2 – densità di abitanti</p> <p>P.1.1.3 – indice di abbattimento reflui</p> <p>P.1.2 – Turismo e attività venatoria</p> <p>P.1.2.1 – stima di presenze annue</p> <p>P.1.2.2 – sup. interessata da attività venatoria e/o alieutica</p> <p>P.1.3 – Strutture ricettive</p> <p>P.1.3.1 – n.posti letto e/o tenda</p> <p>P.1.4 – Strutture sportive</p> <p>P.1.4.1 – sup. occupata da strutt. sportive</p> <p>P.2.1 – Tipologie agricole</p> <p>P.2.1.1 – SAU seminaturale</p> <p>P.2.1.2 – sup. agricoltura intensiva</p> <p>P.3.1 – Conduzione allevamenti</p> <p>P.3.1.1 – Indice di carico zootecnico</p> <p>P.4.1 – Vie di comunicazione</p> <p>P.4.1.1 – sup. stradale impermeabilizz.</p> <p>P.4.1.2 – n. veicoli in transito/giorno</p> <p>P.4.1.3 – km di linee ferroviarie</p> <p>P.5.1 – Attività produttive</p> <p>P.5.1.1 – numero di addetti</p> <p>P.5.1.2 – industrie a rischio incid. rilev.</p> <p>P.5.1.3 – indice incid. attività produttive⁵⁴</p>	<p>P.5.2 – Attività min., estrattive e captazioni acque</p> <p>P.5.2.1 – cave: volume autorizzato</p> <p>P.5.2.2 – cave: superficie coltivata</p> <p>P.5.2.3 – n. captazioni delle acque sup.</p> <p>P.5.2.2 – n. di pozzi ad uso irriguo</p> <p>P.6.1 – Infrastrutture interrate</p> <p>P.6.1.1 – km di fognature</p> <p>P.6.1.2 – km linee di trasporto (gasdotti e metanodotti)</p> <p>P.6.2 – Infrastrutture fuori terra</p> <p>P.6.2.1 – km linee elettriche ad alta tensione</p> <p>P.6.2.2 – n. ripetitori per telecomunicaz.</p> <p>P.6.3 – Sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti</p> <p>P.6.3.1 – vol. occupato dalla discarica</p> <p>P.6.3.2 – presenza siti contam. (L.R. 42/2000)</p> <p>P.6.3.3 – volume di rifiuti inceneriti</p> <p>P.7.1 – Produzione energetica e canalizzazioni</p> <p>P.7.1.1 – potenza in kW delle centrali</p> <p>P.7.1.2 – sup. occupata dal bacino idroelettrico</p>
--	--

tab. 5.23 - Indicatori di pressione

⁵³ Il coefficiente deve essere riconducibile a quello delle Fonti (C_p); a seconda degli scopi d'indagine esso può quindi essere lo stesso o può essere differente, ma deve essere calcolato seguendo gli stessi criteri di quello delle Fonti, in modo da garantire uniformità all'indagine

⁵⁴ C.fr PARTE V – cap. 5.2.3

Classe	Valore d'incidenza (VI_p)
I	0 (assenza di pressione)
	1 (presenza irrilevante)
II	3
III	5
IV	7
V	10

tab. 5.24 - Valori attribuiti alle classi degli indicatori di pressione

Analogamente a quanto detto per le fonti, al risultato ottenuto viene associato un **giudizio dell'incidenza reale** di ciascun ambito sulla qualità ambientale, grazie all'individuazione di classi opportunamente calibrate; questo giudizio può essere confrontato con quello analogo ricavato dall'analisi delle fonti, in modo da poter verificare se le fonti presenti sono o meno attive e definire dove intervenire. La valutazione complessiva delle pressioni deriva dalla sommatoria dei valori pesati di ciascun ambito strutturale e dalla collocazione del valore risultante ad una delle classi complessive individuate per questa categoria.

Anche in questo caso, si possono individuare realtà non ascrivibili a nessuna delle classi predefinite (perché collocate agli estremi delle stesse) che presentano una tendenza alla variazione verso il miglioramento (grazie ad azioni di mitigazione o ad opportune soluzioni tecnologiche), o verso il peggioramento; la rappresentazione dei trend evolutivi viene trattata in modo analogo alle Fonti.

5.3.3 *Analisi e valutazione dello Stato delle Risorse*

Ulteriore fasi di analisi è quella che prevede la valutazione della qualità dello Stato delle risorse, con la quale si fornisce una valutazione della qualità delle stesse, qualità ricavabile dallo studio delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche delle risorse stesse. L'indagine è effettuata



attraverso la scelta di uno o più indicatori per ciascuna delle componenti, come indicato in **tab. 5.25**:

Tra questi indicatori, alcuni (S.2.1.1, S.3.1.1, S.3.1.2, S.3.1.3, S.4.2.2) non concorrono all'individuazione della qualità intrinseca del territorio, ma danno un'indicazione relativa ad alcuni elementi di vulnerabilità presenti, che dovrebbero essere monitorati costantemente e sottoposti a misure di tutela particolari, per evitare un rapido deterioramento delle loro caratteristiche.

Per poter dare una lettura uniforme dei dati e per poterli aggregare ed elaborare, le informazioni ottenute da ciascun indicatore rientrano in una classe a cui è associato un valore discreto, compreso tra 1 (corrispondente alla situazione ambientale più compromessa) e 10 (che rappresenta la condizione di minimo disturbo e/o di massima naturalità), come esposto in **tab.7**. Per gli indicatori di vulnerabilità le classi sono state attribuite in modo tale che all'aumentare della vulnerabilità corrisponda un peggioramento di classe (passaggio da classe I a V).

<p>S 1.0 - <u>Atmosfera</u> S 1.1 - <u>Qualità dell'aria</u> S.1.1.1 - Qualità dell'aria dedotta dal piano di risanamento regionale S.1.1.2 - Indice di Biodiversità Lichenica</p> <p>S 2.0 - <u>Acqua</u> S 2.1 - <u>Acqua sotterranea</u> S.2.1.1 - Profondità minima della falda S.2.1.2 - Stato chimico delle acque sotter. (D.Lgs 258/2000)</p> <p>S 2.2 - <u>Acqua superficiale</u> S.2.2.1 - Stato ambientale (corsi d'acqua corrente) S.2.2.2 - Minimo numero di taxa (corsi d'acqua corrente) S.2.2.3 - Valore medio annuo di BOD (corsi d'acqua corrente) S.2.2.4 - Stato ecologico dei laghi</p> <p>S 3.0 - <u>Suolo</u> S 3.1 - <u>Assetto geomorfologico</u> S.3.1.1 - Erodibilità S.3.1.2 - Erosione reale</p>	<p>S.3.1.3 - sup. interessata da dissesto geologico</p> <p>S 4.0 - <u>Biodiversità</u> S 4.1 - <u>Vegetazione</u> S 4.1.1 - Naturalità della vegetazione</p> <p>S 4.2 - <u>Fauna</u> S 4.2.1 - Valore di specie ornitiche nidificanti⁵⁵ S 4.2.2 - Presenza di specie ornitiche incluse in lista rossa S 4.2.3 - N. di specie incluse in direttiva 92/43/CEE</p> <p>S 4.3 - <u>Ecosistemi</u> S 4.3.1 - Abbondanza relativa di habitat naturali e semi-naturali S 4.3.2 - Porosità dell'ecomosaico S 4.3.3 - Permeabilità esterna</p> <p>S 5.0 - <u>Clima acustico</u> S 5.1 - <u>Qualità del clima acustico</u> S 5.1.1 - Zonizzazione acustica</p>
--	--

tab.5.25 - *Indicatori di stato*

⁵⁵ C.fr PARTE V – cap.5.2.1

Classe	Valore di qualità (S)
I	10
II	7
III	5
IV	3
V	1

tab.5.26 - Valori attribuiti alle classi degli indicatori di stato

Per leggere i dati in rapporto agli scopi di indagine è stato attribuito un coefficiente ponderale a ciascun indicatore, ricavato attraverso il metodo del confronto a coppie, sulla base della significatività dell'indicatore e sull'attendibilità dei dati rilevati⁵⁶. Gli indicatori di vulnerabilità non sono stati invece pesati perché, sebbene evidenzino situazioni differenti, sono considerati egualmente indicativi ai fini dell'applicazione di corrette politiche di tutela. In **tab. 5.27** sono riportati i coefficienti ponderali relativi agli indicatori di stato.

COMPONENTE AMBIENTALE (CA)	INDICATORE	COEFF. PONDER. (W)
ATMOSFERA - QUALITÀ	qualità aria dedotta da piano risanamento regionale	6,92
	I.R.L.	4,95
ACQUA SOTTER.	Stato chimico delle acque sotterranee (D.Lgs 258/2000)	8,79
ACQUA SUPERFICIALE	Stato ambientale delle acque sup. (D.Lgs 258/2000)	9,56
	minimo n. di taxa - val med	5,27
	Stato ecologico dei laghi (D.Lgs 258/2000)	9,56
FLORA E VEG.	Naturalità	9,45
FAUNA	Valore ornitico delle specie nidificanti	8,46
	Presenza di specie di interesse per l'istituzione del biotopo e/o incluse in Dir-92/43/CEE	6,70
ECOSISTEMI	Abbondanza relativa di habitat nat. e seminat.	9,89
	Porosità	7,47
	Permeabilità esterna	6,92
CLIMA ACUSTICO	Zonizzazione acustica	6,04

tab. 5.27 - Pesi attribuiti agli indicatori di stato

⁵⁶ Il peso è stato attribuito ai singoli indicatori e non alle componenti ambientali, in quanto si è ritenuto che nessuna componente possa avere, in termini di qualità ambientale, un'importanza superiore rispetto alle altre.

La valutazione della qualità delle componenti ambientali viene effettuata in modo simile a quanto descritto per le Fonti e le Pressioni, cioè attraverso un'aggregazione dei valori pesati degli indicatori a livello di componente; tuttavia occorre considerare alcune differenze. In primo luogo, sebbene gli indicatori per l'analisi delle componenti siano stati scelti per la loro applicabilità a situazioni anche molto differenti, alcuni di essi non possono essere utilizzati in certe condizioni (ad es. l'IBL può essere applicato solo in presenza di specifiche tipologie vegetazionali, l'IBE non può essere applicato in condizioni di oligotrofia, come quelle che si verificano in alta montagna, ecc.). Bisogna inoltre considerare che talvolta è possibile che in un particolare SIC non siano presenti tutte le componenti ambientali (ad es. possono mancare corsi d'acqua o laghi, oppure, soprattutto in montagna, può non esserci la falda acquifera). Per queste ragioni, ai fini di effettuare correttamente la valutazione, si rapporta il valore ottenuto per ciascuna componente con il massimo valore possibile nelle stesse condizioni di analisi (e non quindi con il valore massimo assoluto che si avrebbe nel caso in cui si potessero applicare tutti gli indicatori) normalizzandolo poi a 100, come di seguito espresso.

$$CA = \frac{\sum (W_i \times S_i)}{\sum (W_i \times S_{\max})} \times 100$$

con:

- CA = valore di qualità ambientale della componente ambientale
- W_i = coefficiente ponderale di ogni indicatore di qualità della componente
- S_i = valore di qualità attribuito alla classe in cui ricade il dato rilevato per ogni indicatore relativo alla componente
- S_{\max} = valore massimo di qualità possibile per l'indicatore (pari a 10)

Il valore ottenuto dalla somma pesata degli indicatori a livello di ciascuna componente rientra poi in una delle classi cui corrisponde un **giudizio di qualità**. In modo analogo (anche se i valori non sono pesati) si procede per esprimere il **giudizio di vulnerabilità**. La valutazione complessiva della qualità dello Stato delle Risorse consiste nella sommatoria dei risultati ottenuti dall'analisi di ciascuna componente e nell'attribuzione di tale risultato ad una classe di giudizio.

Anche in questo caso, come per le categorie precedenti, si considerano le situazioni che presentano la tendenza a passare da una classe all'altra, utilizzando il principio cautelativo precedentemente descritto.

Relativamente all'analisi delle componenti naturali è ipotizzabile che al crescere della disponibilità di informazioni relative a tali componenti si possano fare indagini più approfondite. Bisogna inoltre considerare, a seconda dei casi specifici, che può essere necessario individuare una serie di indicatori che permettano un'analisi più

approfondita di alcune componenti soprattutto se devono essere intraprese azioni antropiche su alcuni SIC⁵⁷.

5.3.4 Valutazione degli impatti

Gli impatti sono stati definiti in termini di variazione delle condizioni dello stato al perdurare nel tempo delle pressioni antropiche presenti sul territorio esaminato. La qualificazione e quantificazione degli impatti dipendono sia dall'entità delle pressioni generate dalle azioni antropiche, sia dalla qualità delle componenti ambientali su cui la pressione determina gli effetti.

Per valutare gli impatti sono state utilizzate matrici d'impatto⁵⁸, che hanno permesso di aggregare i risultati delle fasi precedenti. La valutazione degli impatti si articola in due momenti indipendenti l'uno dall'altro, descritti di seguito:

- Valutazione della ripartizione dei carichi ambientali sulle componenti
- Valutazione dell'impatto complessivo

Valutazione della ripartizione dei carichi ambientali sulle componenti

In questa fase di valutazione si cerca di dare un'indicazione, in termini qualitativi, di come la totalità delle pressioni rilevate possa agire su ciascuna componente, attribuendone un grado d'incidenza diverso a seconda della componente considerata. La matrice d'impatto utilizzata (riportata in **tab. 5.28**), permette di "tradurre" i dati ricavati dall'analisi in una valutazione, associando ad ogni pressione un giudizio qualitativo dell'incidenza che essa esercita su ciascuna componente (che viene poi espresso con un valore, come riportato in **tab. 5.29**). Tale giudizio si fonda sulle conoscenze di esperti di Valutazione d'Impatto Ambientale dell'ARPA Piemonte.

Nella matrice elaborata, oltre alle componenti ambientali analizzate nello studio dello Stato delle risorse, ne vengono considerate altre (clima, rifiuti, agenti fisici, salute pubblica e paesaggio), in quanto queste rappresentano risorse da tutelare in un approccio di studio attento alle tematiche dello sviluppo sostenibile. Si ritiene quindi importante segnalare quanto le pressioni analizzate incidano anche su questi fattori ambientali, in modo da proporre, qualora si individuino impatti su tali componenti, un approfondimento delle analisi ed eventualmente misure di prevenzione o ripristino delle condizioni di buona qualità.

Questa matrice permette di valutare la ripartizione del carico ambientale sulle componenti: aggregando per componente i valori ricavati dall'analisi di ciascuna

⁵⁷ C.fr PARTE II, cap.2.4 e PARTE VI

⁵⁸ Elaborate dal Coordinamento VIA-VAS dell'ARPA Piemonte

pressione moltiplicato per il relativo giudizio di incidenza (secondo le modalità espresse dalla seguente formula) si fornisce una valutazione, seppur qualitativa, del carico a cui ciascuna componente è sottoposta.

$$I_c = \frac{\sum (K_i \times VI_p)}{\sum (K_i \times P_{\max})} \times 100$$

con:

- I_c = livello d'incidenza del carico antropico sulla componente
- K_i = coefficiente di incidenza della pressione *iesima sulla* componente
- VI_p = valore d'incidenza attribuito alla classe in cui ricade il dato rilevato per ogni indicatore dell'ambito strutturale
- P_{\max} = valore massimo di incidenza possibile per l'indicatore (sempre pari a 10)

		Biodiversità	Clima	Aria	Acque sotter.	Acque sup.	Suolo	RFot	Rumore e vibrazioni	Radiationi	Salute pubbl.	Paesaggio
Tipologia azione	P.1.1.1 superficie utilizzate	i	i	mi	i	i	mi	pi	pi	pi	pi	mi
	P.1.1.2 Ombra all'ombra	pi	pi	i	i	i	mi	mi	i	pi	pi	mi
	P.1.1.3 indice di abbattimento vento	mi	mi	mi	i	i	pi	mi	mi	mi	mi	mi
Turboni	P.1.2.1 Sfera delle presenze assue	i	pi	pi	pi	i	mi	i	pi	mi	mi	mi
	P.1.2.2 Sup. per attività venatoria e/o escursionistica	i	mi	mi	mi	mi	mi	pi	mi	mi	mi	mi
	P.1.2.3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	pi	pi	pi	pi	i	mi	i	mi	pi	mi	pi
Agricoltura	P.2.1.1 Superficie agricole (SAU) permanenti	i	pi	pi	pi	mi	i	mi	mi	mi	mi	pi
	P.2.1.2 Superficie adibite ad agricoltura estensiva	mi	i	pi	mi	mi	mi	pi	pi	mi	pi	mi
Zoonozie	P.2.1.3 Indice di carico zoonozie	pi	i	mi	i	i	mi	i	pi	mi	mi	i
Trasporti	P.4.1.1 Sup. verde impermeabilizzata	i	pi	mi	pi	pi	mi	mi	pi	mi	mi	i
	P.4.1.2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	i	i	mi	pi	pi	i	mi	mi	mi	pi	mi
	P.4.1.3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	pi	mi	mi	pi	pi	i	mi	i	mi	mi	i
Attività produttive	P.5.1.1 Numero edifici	mi	mi	pi	mi	mi	mi	pi	mi	mi	mi	mi
	P.5.1.2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	mi	i	mi	i	i	i	mi	i	mi	i	mi
Att. minerarie, estrattive e ripartizioni acque	P.6.2.1 Cave - valenze sottratti	i	pi	i	i	pi	mi	i	i	mi	mi	mi
	P.6.2.2 Cave - superficie sottoposte	i	pi	pi	pi	pi	i	mi	mi	mi	mi	mi
	P.6.2.3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	i	mi	mi	pi	mi	mi	mi	mi	mi	mi	pi
Att. minerarie, estrattive e ripartizioni acque	S.1.4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	pi	mi	mi	i	pi	mi	mi	mi	mi	mi	mi
Infrastr. trasporti	P.8.1.1 Reti di trasporto	mi	mi	mi	pi	mi	i	mi	mi	mi	mi	mi
	P.8.1.2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	mi	pi	mi	pi	pi	pi	mi	mi	mi	mi	mi
Energie, Fuel cells	P.9.2.1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	i	mi	mi	mi	mi	pi	mi	mi	mi	i	mi
	S.2.2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	mi	mi	mi	mi	mi	pi	mi	mi	mi	i	mi
Estr. miniere e attività estrattive	P.9.3.1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	mi	mi	i	i	mi	mi	pi	mi	mi	i	mi
	P.9.3.2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	pi	pi	i	mi	mi	pi	pi	pi	mi	pi	pi
Produz. Energetica	P.1.1.1 Potenza (MW) delle centrali	i	i	mi	mi	i	i	mi	i	i	pi	i
	P.1.1.2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	i	i	mi	i	i	i	mi	mi	mi	mi	i

tab. 5.28 - Giudizi di incidenza relativi alla ripartizione dei carichi ambientali sulle componenti ambientali

Giudizio		Valore (K)
non incidente	ni	0
poco incidente	pi	0,3
incidente	i	0,7
molto incidente	mi	1

tab. 5.29 - Coefficienti attribuiti ai giudizi di incidenza relativi alla ripartizione dei carichi ambientali sulle componenti ambientali

In questo tipo di valutazione si è deciso di non definire delle classi, ma di considerare l'incremento d'incidenza in una scala continua, in quanto anche un aumento molto lieve di tale incidenza può comportare effetti notevoli e non completamente prevedibili sulle componenti. Sebbene il giudizio di tale valutazione possa variare in rapporto alla componente analizzata ed agli obiettivi che ci si propone di ottenere da un'analisi di questo tipo⁵⁹, si può tuttavia definire indicativamente, in un'ottica abbastanza conservativa, dopo aver normalizzato il risultato relativo a ciascuna componente a 100, un *carico insignificante* sulle componenti ambientali se il valore ricavato è minore di 5, *medio-basso* se compreso tra 5 e 15, *medio* se compreso tra 15 e 25, *medio-alto* se compreso tra 25 e 50 e *alto* se maggiore di 50. Delimitazioni diverse possono risultare se vengono variati gli obiettivi dello studio e considerata la capacità portante⁶⁰ degli ecosistemi in esame (infatti, a parità di valore, l'incidenza globale delle pressioni è tanto più rilevante quanto più bassa è la capacità portante degli ecosistemi).

Valutazione dell'impatto complessivo

La valutazione dell'impatto complessivo deriva dall'aggregazione dei risultati finali dell'analisi delle Fonti di pressione, delle Pressioni e dello Stato delle risorse (considerando in questo caso il valore di qualità e non quello di vulnerabilità).

Valutazione di sensibilità e degrado del territorio

La valutazione dell'impatto complessivo si basa sull'analisi del livello di sensibilità agli impatti e di pregio del territorio analizzato. Si considera:

- sensibilità agli impatti come la possibilità e la rilevanza di una variazione dello stato dell'ambiente, tanto più rilevante quanto più è alta la qualità del territorio e quanto più alte sono le fonti ed il conseguente livello di pressione che insiste sullo stesso.
- pregio del territorio come la rilevanza della qualità intrinseca complessiva del territorio, tanto più elevata quanto più alto è lo stato delle risorse e quanto minore è il livello di pressione che insiste sul sistema.

Si definiscono quindi molto sensibili le situazioni con uno stato delle risorse di ottima qualità che presentino elevate fonti e quindi pressioni reali o potenziali. In questa situazione è probabile che la qualità elevata dello stato sia solo temporanea e che al perdurare dell'azione delle pressioni si verifichi un peggioramento della qualità dello stato; al contrario sono poco sensibili situazioni con stato delle risorse basso e un livello delle pressioni limitato, dove la condizione di qualità non ha molti margini di cambiamento in relazione all'aumento o alla diminuzione del livello di pressione sul-

⁵⁹ la valutazione della rilevanza di un impatto, infatti, varia molto se ci si pone in un'ottica di tutela di elementi naturali o di crescita economica della società o di equilibrio tra questi due approcci

⁶⁰ C.fr PARTE III, cap 3.7

l'ambiente. La sensibilità di un territorio diminuisce quindi al decrescere della qualità dello stato delle risorse mentre aumenta all'aumentare delle pressioni antropiche; la definizione di sensibilità può essere utile nella gestione del territorio: situazioni ad alta sensibilità, infatti, potrebbero essere preservate sia attraverso una diminuzione del livello di pressione presente, sia operando per mantenere alto lo stato delle risorse, agendo indirettamente sulla capacità del sistema a resistere ai cambiamenti.

Il pregio aumenta al diminuire delle pressioni antropiche e all'aumentare della qualità dello Stato delle risorse; infatti in queste condizioni sono minori le necessità di un eventuale intervento per il miglioramento della qualità del territorio.

In situazioni degradate può essere possibile incrementare il pregio del territorio sia diminuendo le pressioni, e quindi permettendo al sistema di ripristinare autonomamente le proprie condizioni, sia aumentando direttamente la qualità delle risorse, ad esempio con interventi di bonifica o ripristino ambientale.

Sebbene si parta dall'analisi dei medesimi dati di base questi due aspetti rappresentano interpretazioni diverse della stessa situazione. Infatti, mentre con la sensibilità agli impatti si evidenziano situazioni a rischio di peggioramento, con il pregio si focalizzano le esigenze di miglioramento della qualità ambientale.

Per valutare la sensibilità agli impatti e il pregio del territorio sono state elaborate due tabelle di lettura (tab. 5.30 e 5.31), nelle quali si inseriscono i valori complessivi dell'analisi delle fonti o delle pressioni (entrata orizzontale) e dello stato (entrata verticale). Di seguito sono riportate tali tabelle e le relative legende di decodifica.

SENSIBILITÀ AGLI IMPATTI						
		STATO DELLE RISORSE				
		alta	medio-alta	media	medio-bassa	bassa
ENTITÀ DELLE PRESSIONI	alta	V	IV+	III+	III-	III-
	medio-alta	V	IV-	III+	III-	II+
	media	IV+	III+	III-	II+	II-
	medio-bassa	III+	III-	II+	II-	I
	bassa	III-	II+	II-	I	I

LEGENDA DELLA SENSIBILITÀ AGLI IMPATTI		
Classe (e sottocl.)	Livello di sensibilità	Descrizione
V	Estremamente alta	stato delle risorse molto alto e pressioni alta o medio-alta
IV+	Molto alta	stato di qualità da alto a medio-alto e pressioni rilevanti
IV-	Alta	stato di qualità medio-alto e pressioni medio-alte o stato molto alto e pressioni medio-basse
III+	Medio-alta	stato delle risorse alto sottoposto a pressioni irrilevanti o stato da medio-alto a medio su cui agiscono pressioni da medie ad alte
III-	Medio-bassa	stato di qualità da medio-alto a medio-basso e pressioni da medio-basse a elevate
II+	Bassa	stato medio-alto e pressioni molto basse o stato molto basso con pressioni molto alte (numerose situazioni intermedie tra queste)
II-	Molto bassa	stato di qualità da medio a basso e pressioni da basse a medie
I	Estremamente bassa	stato della risorsa molto basso e pressione molto bassa (peggioramento improbabile delle risorse)

tab. 5.30 Tabella di lettura della valutazione della sensibilità agli impatti e legenda

PREGIO DEL TERRITORIO						
		STATO DELLE RISORSE				
		alta	medio-alta	media	medio-bassa	bassa
ENTITÀ DELLE PRESSIONI	alta	III+	IV-	IV+	V	V
	medio-alta	III-	III+	IV-	IV+	V
	media	II+	III-	III+	IV-	IV+
	medio-bassa	II-	II+	III-	III+	IV-
	bassa	I	II-	II+	III-	III+

LEGENDA DEL PREGIO DEL TERRITORIO		
Classe (e sottocl.)	Livello di sensibilità	Descrizione
I	Estremamente alto	pressione bassa e stato alto o medio alto (territorio pressochè indisturbato, con degrado estremamente basso)
II-	Molto alto	pressione medio bassa e stato alto o medio-basso (degrado molto basso)
II+	Alto	pressioni medie e risorse di qualità alta, oppure pressioni irrilevanti, ma qualità dello stato medio (degrado basso)
III-	Medio-alto	pressione medio-alta e stato di qualità molto alto o pressione media o medio-bassa su territori di qualità medio-alta o media oppure pressione irrilevante ma stato delle risorse medio-basso (degrado medio basso)
III+	Medio-basso	pressione alta su un territorio di qualità molto buona, oppure pressione medio-bassa su un territorio di qualità medio-bassa; numerose situazioni intermedie tra queste (degrado medio-alto)
IV-	Basso	pressione da bassa a molto elevata su un territorio di qualità variabile dal medio al molto basso (degrado alto)
IV+	Molto basso	pressione da media ad alta che incide su uno stato da abbastanza a molto compromesso, con possibilità di recupero molto scarse (degrado molto alto)
V	Estremamente basso	pressione da medio-alta ad alta e stato molto basso (degrado altissimo con scarsissime possibilità di recupero)

tab. 5.31 Tabella di lettura del pregio del territorio e legenda

Valutazione complessiva dell'impatto

La rappresentazione complessiva della situazione del territorio analizzato viene realizzata attraverso un grafico a radar, che riporta i valori finali di Fonti, Pressioni e Stato, normalizzati a 100. Con questo tipo di grafico si può dare una rappresentazione del **livello d'impatto** presente nel territorio analizzato. In **fig. 5.5** si riporta un esempio di tale tipo di rappresentazione.

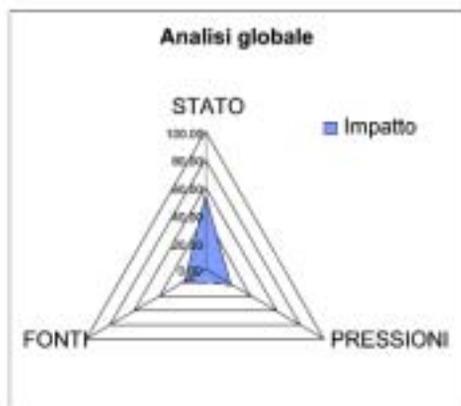


fig. 5.5 - Grafico dell'impatto globale relativo al SIC Bosco del Vaj e Bosc Grand (To)

Dall'analisi di questo grafico è possibile ricavare le seguenti informazioni:

- L'area del triangolo fornisce un'indicazione dell'impatto globale presente.* L'impatto massimo si ha quando l'area del triangolo è massima, cioè quando la presenza di fonti attive e di pressioni generate sono massime e agiscono su uno stato delle risorse di ottima qualità: infatti in queste condizioni non solo è presente un carico antropico elevato, ma è anche presente un bersaglio molto sensibile. A partire dalla situazione di impatto massimo si assiste ad una diminuzione dell'impatto man mano che si riduce l'area del triangolo; ciò può avvenire con modalità differenti: infatti si può avere una diminuzione dell'impatto attraverso una riduzione del carico antropico (cioè delle fonti, grazie ad interventi strutturali, o delle pressioni, con l'adozione di tecnologie appropriate, ecc.) pur mantenendo fisso il valore dello stato, ma si può anche avere un minor impatto diminuendo la qualità dello Stato delle risorse (in questo caso il carico antropico continua ad essere lo stesso ma si ha una riduzione del bersaglio; inoltre uno stato già in parte degradato presenta una maggiore, anche se non infinita, capacità di sopportare alte pressioni, dal momento che le specie più sensibili sono già scomparse).
- La sviluppo del triangolo in altezza o in larghezza fornisce indicazioni sulle condizioni generali del territorio analizzato e quindi sui tipi di interventi da adottare (che dipendono dagli obiettivi prefissati).* Infatti, un triangolo molto alto e stretto rappresenta una situazione praticamente incontaminata, dove lo stato di qualità della risorsa risulta essere elevato grazie alla quasi totale assenza di qualsiasi presenza antropica: un territorio di questo tipo necessita d'interventi di tutela e salvaguardia molto consistenti, in quanto rappre-

senta una risorsa pregiatissima sotto molti aspetti (ad es. tutela della biodiversità ma anche fruizione turistica), tanto più preziosa quanto sempre più rara. Viceversa, un triangolo a base molto larga e schiacciato verso il basso rappresenta un territorio soggetto a un carico antropico molto alto, dove le risorse naturali sono ormai ridotte ai minimi termini: in tale situazione gli interventi più immediati devono essere orientati verso una riduzione dei carichi presenti, a cui però bisogna affiancare una politica di ripristino di un certo grado di naturalità, prima di raggiungere condizioni in cui non è più possibile alcun tipo di intervento perché sono andati irrimediabilmente perduti tutti gli elementi con un certo grado di valore naturalistico.

- *Lo sviluppo del triangolo lungo l'asse delle fonti o delle pressioni fornisce informazioni sul tipo di impatto presente.*

Un triangolo molto sviluppato verso le fonti e con pressioni basse sta infatti ad indicare la presenza di un elevato impatto potenziale (cioè le fonti presenti sono al momento inattive e quindi l'impatto attuale non è molto intenso, ma la situazione potrebbe facilmente cambiare); un triangolo molto sviluppato verso le pressioni indica la presenza di un elevato impatto reale sul territorio, generato però da fonti esterne al territorio analizzato (e quindi sottolinea l'esigenza di estendere l'analisi anche all'area esterna, se si vogliono avere informazioni più dettagliate) o non individuate ad una prima indagine; infine un grafico ugualmente sviluppato nei due assi rappresenta una situazione in cui sono presenti molte fonti attive sul territorio e quindi un impatto reale elevato.

Da quanto detto risulta evidente che l'analisi degli impatti rappresenta una parte importante del metodo, perché fornisce informazioni generali relative al territorio analizzato e permette d'individuare le tendenze generali del territorio.

5.3.5 Risposte

L'analisi dei risultati ottenuti dall'applicazione del metodo elaborato fornisce uno strumento per formulare e proporre possibili risposte coerenti con la situazione riscontrata, che l'autorità competente può o meno adottare a seconda dei propri obiettivi. Le risposte che si possono attuare sulla base dell'analisi effettuata non sono mai univoche e dipendono dagli obiettivi specifici dello studio e dalle caratteristiche del territorio su cui la metodologia è stata applicata. A seconda del grado di presenza antropica, del tipo di risorsa e del relativo livello di compromissione e a seconda delle interrelazioni tra questi due aspetti, si possono adottare risposte aventi modalità, estensione e grado di approfondimento differente, come è già stato esposto nella PARTE III del presente libro.

5.3.6 Considerazioni conclusive

Il metodo di valutazione individuato, pur non raggiungendo il livello di dettaglio di un'analisi specialistica, grazie alla simultanea considerazione di molteplici variabili ambientali e delle loro possibili interazioni, si pone come base per eventuali indagini di approfondimento. La metodologia presenta alcune limitazioni legate all'effettiva reperibilità dei dati, aspetto che ha condizionato la scelta degli indicatori. A questo problema di rappresentatività si aggiunge spesso quello connesso alla mancanza di validazione dei dati disponibili, che comporta il rischio di compromettere l'attendibilità stessa dei risultati. Per ovviare a questo problema si sono scelti indicatori con livello di applicazione generale che, pur non coprendo tutti gli aspetti ambientali, forniscono una discreta fotografia della situazione ambientale. Un altro problema emerso nella definizione di indici sintetici è legato alla soggettività necessariamente connessa con l'attribuzione di coefficienti ponderali. Per superare questo limite si è ricorsi al confronto tra pareri tecnici di esperti di settori diversi. Il metodo, d'altronde è talmente complesso per gli svariati aspetti che deve considerare ed integrare che richiede il coinvolgimento di molte figure professionali: l'ampliamento del team di valutazione non solo rappresenta una soluzione alla soggettività del metodo, ma consente anche di non trascurare nessun indicatore o aspetto ambientale.

Al di là di questi problemi intrinseci, il metodo presenta numerosi vantaggi legati alla sua capacità di integrare tante informazioni diverse e di fornire così una chiave di lettura ed interpretazione della situazione ambientale, permettendo inoltre di effettuare confronti tra realtà anche molto diversificate. Esso rappresenta inoltre un utile sistema per intervenire sull'ambiente in quanto è strutturato secondo una logica di feedback: infatti, una volta noti gli impatti sulle componenti ambientali ed i trend evolutivi del loro stato di qualità, è possibile ripercorrere i rapporti che legano le cause di impatto con i relativi effetti e pertanto intervenire a livello di politiche di gestione territoriale. In definitiva il metodo elaborato:

- presenta facilità di applicazione, senza l'utilizzo di risorse e costi eccessivi;
- è adattabile ad un'ampia gamma di situazioni;
- è in grado di fornire un buon livello di lettura della situazione ambientale (incidenza antropica e grado di qualità della risorsa) permettendo al contempo la pianificazione di azioni d'intervento

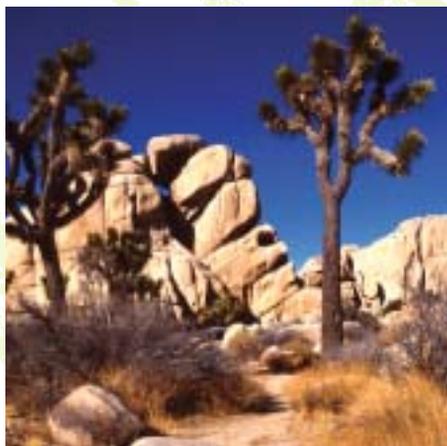
Inoltre presenta un alto grado di adattabilità sulla base degli obiettivi di indagine: mantenendo la struttura del metodo e variando gli indicatori ed i pesi, è possibile applicarlo a realtà diverse.

Questo metodo rappresenta infine un punto di partenza per approfondimenti ulteriori che valutino le interazioni tra componenti naturali e attività antropiche in relazione alla reale capacità portante degli ecosistemi, in modo da poter proporre risposte adeguate in un'ottica di uno sviluppo sostenibile.

ALLEGATI

Allegato 3-Tabella delle fonti di pressione individuate per il sistema di valutazione integrata della qualità ambientale in ambienti naturali e seminaturali

SETTORE SOCIO-PROFessionistico	AMBITO STRUTTURALE (L)	DESCRIZIONE	VALORE D'INQUISITA (P)
16. INSEGNAMENTI	1.1. TECNOLOGIA URBANA	ASSEMBLA DI ARCHITETTURA	0
		TECNOLOGIA	3
		NUOVO AGGREGATO	3
		URBANO ADIUTIVO	0
		AREA URBANA	1
	AREA INTERMEDIATA	10	
	1.2. TERRENI	ASSEMBLA TUBERCO	0
		SACCHERALE	3
		STAGIONALE	3
		CONDIZIONE	10
		ATTIVITÀ DI ATTIVITÀ	10
	1.3. TIPOLOGIE STRUTTURE RICETTIVE	STRUTTURE RICETTIVE	3
		AREA PER. SEC.	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	4
		STRUTTURE	7
		ALBERGO	10
		ASSEMBLA STRUTTURE	0
		TECNOLOGIA BASSOIMPATTO	1
		PLANT. RICETTIVE	3
		PRESSIONE BIODIVERSITÀ. BIODIVERSITÀ	3
INTEGRO		4	
1.4. TIPOLOGIE STRUTTURE ESPANSIVE	STRUTTURE ESPANSIVE	3	
	SPAZI PUBBLICI	7	
	COMPLESSI RICETTIVI	7	
	CAMPUS. GOLF	0	
	STRUTTURE RICETTIVE	10	
	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	10	
	ASSEMBLA ATTIVITÀ. ATTIVITÀ	0	
	TECNOLOGIA	1	
	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	3	
	STRUTTURE	3	
18. AGRICOLTURA	2.1. TIPOLOGIE AGRICOLE	STRUTTURE	4
		SISTEMI PARTICELLARI. COMPLESSO	6
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	7
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	10
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	10
18. INDUSTRIA	3.1. CONDIZIONE AMBIENTALE	STRUTTURE RICETTIVE	0
		STRUTTURE	3
		STRUTTURE	10
18. TRASPORTI	4.1. VIE DI COMUNICAZIONE	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRADA REGIONALE	3
		STRADA COMUNALE	0
		STRADA PROVINCIALE	7
		STRADA PROVINCIALE	7
		STRADA STATALE	10
		STRADA STATALE. BIODIVERSITÀ	10
18. SETTORE INDUSTRIALE	5.1. GESTIONE ATTIVITÀ PRODUTTIVE	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	3
	5.2. ATTIVITÀ MENSURATE INTRATTIVE E CAPACITÀ ACQUE	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	3
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	5
18. SERVIZI	6.1. INFRASTRUTTURE INTEGRATE	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	3
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	7
	6.2. INFRASTRUTTURE FUORI TERRA	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	3
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	4
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	7
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	7
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	10
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	10
	6.3. SISTEMI DI TRATTAMENTO SEMPLICI	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	3
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	4
18. SETTORE ENERGETICO	7.1. PRODUZIONE ENERGETICA. CANALIZZAZIONI	STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	0
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	4
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	7
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	7
		STRUTTURE RICETTIVE. BIODIVERSITÀ	10



PARTE VI

PROPOSTE A.R.P.A. PER LA STESURA DI LINEE GUIDA IN MATERIA DI VALUTAZIONE DI INCIDENZA ECOLOGICA

Matteo Pagni e Alberto Maffiotti

6.1 PROPOSTE A.R.P.A. PER LA STESURA DI LINEE GUIDA IN MATERIA DI VALUTAZIONE DI INCIDENZA ECOLOGICA

La procedura di Valutazione di Incidenza Ecologica è in Italia allo stato embrionale; pur essendo infatti state recepite le normative comunitarie manca ancora un sufficiente "know-how" per una applicazione che sia nel contempo pertinente ai regolamenti ed efficace nei confronti delle politiche di sostenibilità ambientale. E' in quest'ottica che A.R.P.A. Piemonte propone un esempio, basato principalmente sulle esperienze applicate dai paesi anglosassoni, per la effettiva messa in opera di una tale procedura, ovvero un primo documento sul quale sviluppare, di concerto con la Regione Piemonte, delle vere e proprie linee guida dirette tanto ai proponenti di piani e progetti quanto agli organi preposti alla valutazione.

La Valutazione d'Incidenza Ecologica è il processo di identificazione, quantificazione e valutazione dei potenziali impatti di piani o progetti ricadenti su aree di rilevante interesse naturalistico e può fornire un supporto scientificamente difendibile alla gestione degli ecosistemi.

Questa procedura di valutazione va spesso ad affiancare quelle di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA), focalizzando l'attenzione sulla tutela della biodiversità quando il piano o progetto in esame vada ad interessare un Sito di Importanza Comunitaria¹.

La VIEc deve dunque rispondere ad una serie di domande del tipo:

- Quali sono e perché quel determinato habitat (o più habitat), specie o individui si trovano in quel determinato luogo?
- Quali sono i legami funzionali con il contesto ambientale dell'ecosistema valutato?
- Cosa succede se.....?
- Cosa fare se quel qualcosa accade?

A livello teorico questo procedimento di valutazione dovrebbe far parte di un sistema di gestione ambientale più ampio rispetto al piano o progetto in esame, per poter distinguere più agevolmente tra effetti dovuti alle variazioni naturali o a quelle attribuibili all'opera in questione; dovrebbe inoltre richiedere in ogni stadio di valutazione un continuo monitoraggio a feedback per la caratterizzazione dello Stato di Qualità dell'Ambiente. Nella maggior parte dei casi però, la VIEc, a causa delle con-

¹ Per approfondimenti relativi al contesto legislativo in materia di Valutazione di Incidenza Ecologica, cfr. Parte II, cap. 2.4.

dizioni esterne e delle esigenze progettuali, risulta vincolata all'interno di confini temporali e/o spaziali che non permettono di applicare correttamente metodi d'indagine scientificamente difendibili.

Nel contesto della VIEc viene posta particolare attenzione all'interazione fra diversi piani e progetti, siano questi già presenti, attesi, o anche solo ipotizzabili in base alla direzione di sviluppo di una data zona; in tal modo si cerca di considerare quegli impatti di tipo cumulativo che potrebbero non essere osservati concentrandosi sulla singola opera.

Seguendo quelle che sono le linee d'azione espresse all'articolo 6 della direttiva Habitat, anche nel caso della VIEc (come nella VIA e nella VAS) può essere seguito un approccio a fasi. Tale approccio deve essere subordinato ad una fase valutativa nella quale il proponente prenda in considerazione le alternative di localizzazione del piano o progetto, inclusa l'ipotesi zero (rinuncia alla realizzazione), ed esponga le necessità di sviluppo che hanno portato a tale scelta.

Le fasi delle quali si compone il processo valutativo vengono di seguito esposte.

6.1.1 Fase 1: Screening

In questa prima fase vengono identificati i potenziali impatti del piano o progetto sull'area in questione, con attenzione alle eventuali interazioni con strutture esistenti e con altri piani e progetti, per poter poi considerare quale di questi impatti potrebbe essere significativo. In tale fase risulta dunque necessario raccogliere informazioni seguendo quattro momenti distinti:

Gestione del sito

Nell'articolo 6 par. 3 della dir. Habitat si legge che: *"Qualsiasi piano o progetto non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito ma che possa avere incidenze significative su tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, forma oggetto di una opportuna valutazione dell'incidenza che ha sul sito, tenendo conto degli obiettivi di conservazione del medesimo"*.

Secondo la Commissione Europea occorre intendere il termine "gestione" secondo la sua accezione prettamente conservazionistica, ed il termine "direttamente" deve essere inteso in senso stretto, riferendosi a misure connesse direttamente con una gestione di tipo conservativo e non legate a conseguenze dirette o indirette di altre attività. In questa fase bisogna inoltre considerare la possibilità che un intervento in diretto favore di un determinato sito possa influenzarne un secondo: in tal caso esso, pur non essendo espressamente diretto su quest'ultimo, dovrà comunque essere sottoposto a valutazione. E' quindi indispensabile chiarire tanto gli obiettivi di gestione del sito quanto l'effettiva importanza dell'intervento nella sua realizzazione.

In tale articolo viene anche chiaramente espressa l'importanza di tenere in considerazione altri piani o progetti che potrebbero contribuire al verificarsi di impatti cumulativi; tale analisi può risultare estremamente difficile per via delle molteplici vie di interazione possibili e deve essere quindi svolta con estrema meticolosità ponendo attenzione, tra l'altro, a:

- scelta dei confini della valutazione (non necessariamente corrispondenti a quelli del sito);
- attribuzione delle valutazioni in caso piani o progetti siano presentati da proponenti diversi o controllati da autorità differenti;
- caratterizzazione dei potenziali impatti in termini di cause, percorsi ed effetti;
- elaborazione delle strategie di mitigazione ed attribuzione delle relative responsabilità.

Descrizione del piano o progetto

Le informazioni necessarie per la comprensione dei meccanismi (azioni progettuali) che possono generare degli impatti sono un aspetto cruciale della valutazione e possono essere ricavate a partire dalle informazioni fornite dai proponenti.

Tali informazioni devono, auspicabilmente, essere sufficienti a definire quali possono essere le implicazioni sulla componente ecosistemica di una determinata azione antropica e riguardare i seguenti argomenti:

- dimensione dell'opera e localizzazione rispetto al sito;
- estensione dell'area occupata e sua organizzazione;
- infrastrutture derivanti dall'opera (ad esempio scavi, posa di piloni, dragaggi, ecc.) che modificano le caratteristiche del sito;
- fabbisogno di risorse (prelievi idrici, materiali di riporto, materie prime);
- tipologia e quantificazione dei residui emissivi;
- condizioni di funzionamento dell'impianto in situazioni normali o di anomalia;
- cronoprogramma delle attività suddiviso per fasi;
- distanza dal sito protetto e suo coinvolgimento;
- impatti cumulativi con altri piani o progetti.

In alcuni casi risulterà necessario ripetere l'analisi dei punti sopra esposti per ciascuna fase (costruzione, esercizio e dismissione).

Inoltre, per valutare in maniera maggiormente efficace quali impatti risultano possibili dall'interazione di più fonti di pressione, sarà anche opportuno effettuare un'analisi del tipo seguente:

- identificare tutte le possibili fonti di pressione e le rispettive pressioni del piano o progetto in analisi unitamente alle fonti già presenti nell'area e a quelle che potrebbero originare da altri piani o progetti;
- identificare le tipologie d'impatto che potrebbero influenzare la struttura e le funzioni ecologiche del sito protetto;

- definire i confini nei quali valutare gli effetti cumulativi facendo attenzione che potrebbero essere diversi per i vari tipi di impatto e potrebbero includere anche zone esterne al sito;
- identificare le possibili vie di accumulo (ivi compresi gli effetti di accumulo nello spazio e nel tempo) in relazione alla vulnerabilità del sito;
- effettuare ipotesi sull'incidenza degli effetti cumulativi identificati;
- esprimere un giudizio di probabilità sull'accadimento di tali effetti il più possibile attendibile.

Caratterizzazione ambientale

Per svolgere le adeguate considerazioni circa i possibili impatti del piano o progetto sull'area protetta è necessaria una conoscenza degli ecosistemi e delle componenti ecosistemiche presenti, in modo tale da definire al meglio i potenziali effetti sull'ambiente recettore. Per effettuare tale tipo di caratterizzazione si possono ricavare informazioni dalle seguenti fonti:

- Dati della Rete Natura 2000.
- Carte dell'uso del territorio.
- Dati di letteratura sulle componenti abiotiche e biotiche relativi alla zona e informazioni circa le specie chiave presenti.
- Dati ambientali relativi ad interventi con analogo contenuto progettuale sviluppati in altre zone.
- Piani di gestione dell'area protetta.
- Dati storici (censimenti coperture area protetta).
- Analisi preliminari di campo.

In tal modo sarà possibile ottenere e riorganizzare, anche attraverso l'utilizzo della cartografia, una serie di dati riguardo:

- definizione dei limiti ecologici dello studio d'impatto;
- distribuzione dei potenziali ricettori ambientali nello spazio e nel tempo;
- distribuzione delle unità ecosistemiche rilevanti per la fase di valutazione degli impatti e per la fase di monitoraggio.

Valutazione della significatività degli impatti

Una volta raccolte dettagliate informazioni sulle caratteristiche del piano o progetto e descritto efficacemente l'ambiente naturale sul quale questo andrà ad interagire sarà necessario effettuare delle ipotesi circa i possibili impatti attesi e dar loro un livello di significatività che viene desunto utilizzando, impatto per impatto, una serie di indicatori quali, ad esempio, quelli espressi in **tab. 6.1**.

Altri ancora possono essere definiti tenendo in considerazione le diverse caratteristiche ambientali che contraddistinguono le aree di interesse comunitario.

La valutazione dell'importanza degli impatti deve necessariamente tenere conto di una serie di fattori quali:

- le peculiarità ambientali del sito interessato;
- la consistenza e l'estensione spazio-temporale delle modificazioni attese;
- la resilienza dell'ambiente;
- la accuratezza delle previsioni effettuate;
- l'esistenza di politiche gestionali tali da essere utilizzate come criteri valutativi;
- l'esistenza di standard ambientali da rispettare (es. di qualità dell'acqua e dell'aria);
- il grado di interesse pubblico nei confronti dell'ambiente interessato;
- la possibilità di mitigazione, reversibilità e sostenibilità del progetto stesso.

Impatto	Indicatori
Perdita di habitat	Percentuale di perdita (per ciascun habitat)
Frammentazione	Durata, transitorietà e livello di pressione rispetto alla situazione iniziale
Disturbo	Durata e transitorietà
Variazioni nella densità di popolazione	Tempi necessari per la ricolonizzazione
Qualità delle acque	Variazioni degli indicatori di qualità
Approvvigionamenti idrici	Variazioni relative delle disponibilità idriche

tab. 6.1 - Indicatori definiti per alcune tipologie di impatto

Risulta anche importante definire, fin da questo livello, cosa si intende per effetto di un'opera: gli impatti, come già accennato, possono essere classificati in diverse tipologie, delle quali vengono esposti di seguito una serie di esempi:

Impatti diretti

- mortalità di individui (collisioni stradali, distruzione della vegetazione, ecc.);
- perdita di habitat (a causa di lavori di costruzione);
- perdita di individui dovuta alla migrazione forzata (causata da attività di costruzione o dalla perdita dell'habitat);
- alterazione delle condizioni dei fattori abiotici dell'area (rimozione del suolo, compattazione del suolo, erosione, contaminazione delle acque);
- frammentazione degli habitat (selettiva riduzione di habitat o introduzione di barriere ecologiche);
- disturbo (dovuto alle emissioni sonore, al traffico, alla presenza di persone);
- isolamento degli habitat;
- effetto barriera sia per habitat che per popolazioni;

Impatti indiretti

- mortalità degli individui o delle popolazioni attraverso la riduzione o alterazione della superficie dell'area o della sua qualità (superamento della capacità di carico locale);
- riduzione della disponibilità di una popolazione dovuta alla riduzione della superficie di un habitat o della sua qualità (incremento della densità di popolazione per riduzione dell'home range);
- alterazione dinamica della popolazione dovuta a cambiamenti della disponibilità delle risorse o distribuzione delle stesse;
- incremento della competizione dovuta alla riduzione delle risorse con conseguente alterazione nella distribuzione, composizione e struttura delle specie;
- alterazione della composizione delle specie dovuta a cambiamenti indiretti delle condizioni abiotiche;
- alterazione delle specie o differente struttura dell'habitat dovute ad un incremento dell'area perimetrale sottoposta ad impatti (frammentazione degli habitat)
- riduzione del flusso genetico che può condurre ad una maggiore vulnerabilità in caso di eventi stocastici (ad esempio in conseguenza della frammentazione dell'habitat dovuta alla realizzazione di infrastrutture lineari)
- riduzione del successo riproduttivo (dovuto al disturbo, alla perdita di habitat, alla frammentazione ed all'inquinamento) e conseguentemente della stabilità della popolazione;
- alterazione delle catene alimentari (maggiore difficoltà ad esempio per la relazione preda predatore).



Impatti associati (diretti ed indiretti)

- Impatti ecologici attribuibili ad una serie di attività o di azioni progettuali collegate tra loro (ad esempio la costruzione di una strada e la realizzazione di una cava)

Impatti cumulativi

- riduzione della biodiversità a livello del paesaggio (associato alla riduzione della diversità biologica ad altri livelli funzionali);
- perdita irreversibile della diversità biologica (attraverso la distruzione di un'intera unità ambientale);

- riduzione continua degli habitat con incremento della frammentazione e conseguente riduzione del flusso genetico: questa situazione può condurre alla perdita di resilienza dell'ambiente con conseguente maggior esposizione agli impatti ed aumento del rischio di estinzione.

Gli effetti tossici attribuibili ad un "cocktail" di inquinanti presenti ad un livello al limite di tolleranza individuale (concentrazioni base) ma interagenti tra loro rientra invece nella categoria dei cosiddetti *impatti sinergici* che hanno tra le conseguenze più tipiche la riduzione del numero di individui o l'alterazione del successo riproduttivo di intere popolazioni. Normalmente questi ultimi effetti vengono valutati attraverso indagini ecotossicologiche o talvolta attraverso metodi di valutazione biologica (ad esempio il metodo IBE per l'analisi delle acque).

Una volta completata la fase di Screening potranno essere emessi dei giudizi di fattibilità sul piano o progetto che saranno di due tipi:

- Si può concludere che non ci saranno significativi effetti sul sito appartenente alla rete Natura 2000. Le procedure di autorizzazione possono essere avviate.
- Le informazioni raccolte suggeriscono che sono possibili effetti negativi sul sito. Si ritengono dunque necessari approfondimenti specifici.

In realtà, eseguita la prima fase di screening, il proponente, all'interno dello studio di incidenza, può ritenere necessario che in presenza di possibili effetti si dia luogo ad un approfondimento volto a fugare ogni possibile dubbio sull'incidenza degli impatti fornendo al contempo indicazioni sulle mitigazioni.

6.1.2 Fase 2: Valutazione o Approfondimento

In questa seconda fase di approfondimento del processo di Valutazione Ecologica di Impatto viene dapprima valutata la presenza di eventuali effetti degli impatti sull'integrità del sito, sulle sue funzioni e sui relativi obiettivi di conservazione, ed in un secondo momento vengono considerate le eventuali forme di mitigazione a tali impatti.

Anche questa seconda fase si compone di quattro momenti principali di seguito analizzati singolarmente:

Richiesta informazioni

Il primo passaggio della fase di valutazione è volto alla identificazione degli aspetti del piano o progetto che, sulla base della selezione operata nella prima fase, potrebbero influenzare gli obiettivi di conservazione del sito. A tale scopo viene effettuata una nuova raccolta di informazioni per ottenere il maggior numero di notizie possibili sia sull'intervento in programma che sull'area interessata. Questa ulteriore raccolta di informazioni coincide con una serie di incontri con i progettisti e con la

valutazione di possibili differenti linee progettuali.

Per quanto riguarda il piano o progetto le informazioni necessarie possono essere reperite seguendo la seguente checklist:

- Caratteristiche complete ed approfondite del piano o progetto
- Area totale interessata
- Iniziative di conservazione in atto o previste che potrebbero influenzare la zona in questione
- Relazioni tra il piano o progetto e il sito Natura 2000 (es. distanza, ecc.).

Per quanto riguarda il sito invece, la lista delle informazioni da raccogliere risulta molto più estesa poiché è in tale fase che deve essere svolta un'analisi volta a determinare l'effettivo stato ambientale di partenza. Per esaminare in dettaglio le caratteristiche del sito si possono raccogliere le seguenti informazioni:

- Requisiti ai quali il sito risponde per l'inserimento in Natura 2000
- Obiettivi di conservazione del sito e del contesto e fattori che forniscono al sito particolare valore conservazionistico
- Stato di conservazione attuale del sito e sue condizioni di base (chimico-fisiche)
- Attributi chiave degli habitat in Allegato I e delle specie in allegato II presenti nel sito
- Dinamica degli habitat e delle specie e loro ecologia
- Aspetti del sito più sensibili a perturbazioni
- Relazioni strutturali e funzionali che contribuiscono all'integrità del sito
- Influenze stagionali sugli habitat in All.I e sulle specie in All.II.

Tali informazioni possono essere desunte dalla letteratura o raccolte da fonti diverse, ma spesso tali dati risultano frammentari o insufficienti, soprattutto riguardo alla caratterizzazione delle condizioni di base del sito, degli attributi delle specie e degli habitat e delle loro reciproche relazioni. Si rende perciò necessario svolgere specifiche indagini di campo che includano il maggior numero possibile di tipologie di habitat e di gruppi tassonomici. Tali studi devono essere strutturati in modo da essere verificabili e ripetibili e da fornire, quando possibile, dati di tipo quantitativo facilmente elaborabili. Per comprendere il tipo di risposta di un possibile recettore nei confronti della fonte di stress risulta di fondamentale importanza la raccolta di informazioni riguardo alle dinamiche delle singole specie e degli interi ecosistemi, quali ad esempio:

- Estensione dell'home range o della distribuzione spaziale della specie
- Densità e abbondanza delle popolazioni
- Organizzazione sociale e comportamento
- Dinamiche di popolazione
- Pattern stagionali di sfruttamento delle risorse o di attività
- Sensibilità della specie a variazioni ambientali

- Capacità di movimento in relazione ad habitat alternativi
- Dipendenza dalle risorse e specificità dell'habitat
- Relazioni interspecifiche.



Le indagini di campo devono essere svolte su tutte le componenti ecosistemiche anche se il livello di approfondimento può variare. Per quanto riguarda le componenti abiotiche si dovranno ad esempio considerare dati relativi alla geologia, qualità dell'aria e dell'acqua, idrodinamismo della zona e carat-

teristiche topografiche, mentre per quanto riguarda le componenti biotiche le indagini verranno svolte sulla componente vegetale, e dunque sugli habitat nella loro interezza, e sulla componente animale.

Analisi richieste

a. Flora e Vegetazione

Idealmente le indagini sulla flora e sugli habitat dovrebbero includere tutte le piante vascolari, le briofite, i licheni e i funghi ed essere condotte da esperti in grado di riconoscere e classificare tutti questi gruppi; una semplificazione a tale organizzazione dello studio può essere attuata attraverso una "focalizzazione" sulle componenti maggiormente determinanti.

In particolare, per quanto riguarda le indagini su piante ed habitat è opportuno suggerire un approccio in più fasi:

- descrizione generale della flora e degli habitat presenti nell'area tramite un elenco delle specie presenti;
- informazioni dettagliate su zone specifiche all'interno dell'area con particolare attenzione all'importanza delle specie nel contesto della comunità biotica;
- campionamenti volti alla raccolta di dettagliate informazioni quantitative per determinare le relazioni tra le specie con eventuali fattori critici;
- studio delle comunità e della loro struttura;
- particolarità fitosociologiche.

Gli ecosistemi terrestri naturali più diffusi e importanti per la salvaguardia della diversità biologica sono gli ecosistemi forestali e numerose sono le informazioni a loro riguardo che possono risultare utili nella fase di raccolta dati della Valutazione di Incidenza Ecologica. Tra i dati più facilmente reperibili vi sono quelli relativi all'estensione delle unità boscate, ivi compresi alcuni dati che riportano al valore paesaggistico quale ad esempio l'*indice di compattezza*, dato dal rapporto tra l'area ed il perimetro delle aree in oggetto. Per andare però ad analizzare in maniera più dettagliata gli aspetti dell'ecosistema forestale in grado di condizionarne i livelli di biodiversità è necessario approfondire lo studio su quattro aspetti fondamentali, ognuno rappresentato da una serie di attributi:

- Struttura del soprassuolo:
 - copertura delle chiome;
 - età del soprassuolo;
 - numero dei piani vegetazione;
 - tipo di mescolanza spaziale delle specie arboree;
 - forma di governo;
 - assetto strutturale.
- Composizione piano arboreo:
 - numero di specie;
 - numero di alberi di grandi dimensioni;
 - numero di specie che si rinnovano naturalmente;
 - variabilità dimensionale.
- Composizione strato erbaceo:
 - numero di specie;
 - rarità delle specie;
 - numero di specie di briofite;
 - copertura erbacea totale.
- Legno morto:
 - area alla base dei soggetti morti in piedi;
 - numero dei soggetti di grosse dimensioni e loro lunghezza;
 - variabilità dimensionale;
 - numero di classi di diametro tra i tronchi al suolo;

In generale infine, un'indagine di campo dovrebbe prevedere nella sua pianificazione cinque importanti passaggi:

- Durata e copertura del campionamento.
- Strategia di campionamento (random, stratificato, ecc.).
- Raccolta di dati di abbondanza delle specie.
- Analisi dei fattori ambientali.
- Metodi di analisi dei dati.

Parallelamente a quanto visto per la componente vegetazionale dovranno essere condotte indagini di campo anche sulla componente faunistica. Tale tipo di analisi implica che per ogni gruppo sistematico vengano utilizzate una serie di tecniche diverse così come di seguito esposto:

b. Uccelli

Le tecniche di censimento e di elaborazione dei dati sono molto ben sviluppate in questa classe di vertebrati e si basano tutte su una intensa attività di campo e sulla capacità di riconoscere i richiami delle diverse specie. Naturalmente, essendo tali attività di monitoraggio fortemente influenzate da variazioni comportamentali stagionali (stagione riproduttiva o non riproduttiva) e dal momento della giornata (il mattino presto è il momento più indicato per censire la maggior parte delle specie), l'accuratezza del censimento si basa su campionamenti ripetuti nel tempo su percorsi differenti così da conoscere al meglio il territorio.

L'organizzazione dei campionamenti può essere strutturata utilizzando uno o più dei seguenti metodi:

- Mappatura dei territori: possono così essere determinate densità, localizzazioni e territori.
- Transetto: vengono effettuati percorsi a piedi a velocità standard lungo transetti prefissati.
- Censimento a punti: vengono utilizzati dei punti fissati a random, è un metodo molto utile per comprendere le associazioni tra uccelli e habitat.

Naturalmente tutte le uscite sul campo verranno svolte cercando di minimizzare gli effetti di disturbo sulle popolazioni, evitando ad esempio il periodo di cova o di svezzamento dei giovani; inoltre, nel caso in cui il piano o progetto vada ad influenzare un dormitorio o una zona trofica particolarmente importante per gli uccelli in migrazione, saranno necessari anche dati sul massimo utilizzo della zona da parte delle specie interessate raccolti sul lungo periodo (dai tre ai cinque anni).

Particolari tipologie di campionamento verranno utilizzate per raccogliere dati sugli uccelli con abitudini notturne, in tal caso infatti verranno utilizzate tecniche di *playback* coadiuvate, quando necessario, dall'utilizzo di torce elettriche nei presunti territori di caccia per valutare sia la risposta territoriale sia la consistenza numerica.

c. Mammiferi

Per la maggior parte dei mammiferi le indagini di campo risultano essere più complesse di quelle effettuate sugli uccelli e si basano spesso sul riconoscimento di tracce, percorsi, tane o ripari e feci, risalendo così indirettamente ai dati di presenza di tali animali. Per alcune specie di mammiferi possono anche essere utilizzate tecniche di *playback* analoghe a quelle utilizzate per gli uccelli (ad esempio le tecniche di *Wolf howling* per il censimento dei lupi) mentre nel caso dei pipistrelli vengono utilizzati dei rilevatori ad ultrasuoni.

In generale però la maggior parte delle indagini normalmente svolte, specialmente per ottenere dati di abbondanza, richiedono la cattura degli animali. Tali metodi sono evidentemente alquanto invasivi e possono essere applicati solo da esperti del settore e si è perciò cercato di adottare, almeno per i mammiferi medio-grandi, delle tecniche più semplici, quale ad esempio il prelievo di peli. Gli animali vengono attratti da un'esca inserita in un tubo con un bordo adesivo sul quale, al momento dell'ingresso dell'individuo, resteranno attaccati alcuni peli che potranno in seguito essere analizzati. Un altro metodo non invasivo e particolarmente efficace, seppur di non semplice applicazione, è l'analisi dei residui fecali che, oltre a fornire indicazioni sulle specie di mammiferi presenti, può fornire informazioni sulla loro dieta e dunque, nel caso di mammiferi predatori, sulla presenza di altri animali e sulla loro distribuzione.

d. Anfibi e Rettili

Tali gruppi di animali risultano piuttosto difficili da censire e monitorare e lo svolgimento delle attività di campo deve tenere in considerazione la differente distribuzione degli individui in relazione alla temperatura e dunque al momento della giornata; mentre per gli anfibi esistono molti metodi di indagine in letteratura che vanno dai transetti alle trappole all'analisi delle larve, per i rettili i metodi si limitano generalmente all'osservazione diretta impostata lungo transetti che viene però resa difficile dalla elevata mobilità e dalla grande diversità di questa classe.

e. Invertebrati terrestri

Anche a livello di invertebrati i metodi di indagine risultano estremamente diversificati e di complessa applicazione, soprattutto se vogliono essere raccolti dati che consentano una classificazione specifica. In generale i campionamenti dovrebbero avvenire nel periodo dell'anno in cui la maggior parte degli insetti è nella fase adulta così da minimizzare i problemi di identificazione dei giovani, e dovrebbero essere ripetuti nel corso dell'anno rivolgendo particolare attenzione alle condizioni climatiche. Analizzando questo gruppo di animali l'attenzione viene generalmente rivolta alle specie importanti, a quelle rappresentative del tipo di habitat o di vegetazione ed a quelle che possono svolgere funzioni di indicatori, utilizzando metodi di analisi quali campionamenti a transetto, utilizzo di trappole, osservazioni dirette, ecc.

Componenti ecosistemiche di valore

Poiché sarebbe troppo gravoso e spesso inutile basare la fase di valutazione su tutti gli aspetti dell'ecosistema, risulta fondamentale svolgere una precisa raccolta dati sul sito interessato dal piano o progetto così da selezionare alcune componenti ecosistemiche considerate di valore; un possibile elenco delle caratteristiche dell'area che possono essere selezionate come componenti di valore sono:

- Componenti abiotiche o ambientali come l'acqua o l'aria.
- Unità biogeografiche, unità di paesaggio o ecoregioni.

- Habitat.
- Specie.
- Popolazioni o comunità.
- Singoli organismi (in particolare se sono interessate specie protette).
- Gruppi funzionali di specie (*guilds*).
- Processi ecosistemici.
- Aree protette a diverso livello.



E' importante ricordare che gli impatti possono essere efficacemente evidenziati in modo precoce se nell'analisi verranno utilizzati livelli ecologici appropriati per osservare le prime manifestazioni degli effetti e per tale motivo, mentre l'attenzione viene comunemente focalizzata a livello delle specie, anche

altre categorie potrebbero essere selezionate tra quelle di pregio così da ottenere degli obiettivi di gestione che siano significativi del dato ambiente. La determinazione di criteri per definire la qualità degli habitat e la loro distribuzione può permettere, ad esempio, di ridurre il numero di specie sulle quali vengono richieste analisi dettagliate, in altri casi risulta possibile identificare importanti funzioni ecologiche o caratteristiche ecosistemiche le cui modificazioni potrebbero avere dei pesanti effetti su altre componenti, magari protette e con alto valore ambientale.

Quando una variabile è stata selezionata come significativa per l'analisi è necessario stabilire la sua tendenza generale e le sue principali caratteristiche in termini di abbondanza, estensione areale o concentrazione (nel caso di componenti abiotiche). La valutazione della tendenza è importante anche nella fase di definizione delle possibili evoluzioni in seguito ad un disturbo ambientale: variazioni rapide determinano situazioni di maggiore vulnerabilità rispetto a variazioni lente.

Di seguito sono esposti alcuni criteri per selezionare le componenti ecosistemiche di valore a seconda che si tratti di specie (sia animali che vegetali), habitat e strutture o funzioni dell'ecosistema.

Per effettuare questa "ottimizzazione" del lavoro di indagine è dunque importante selezionare quelle componenti ecosistemiche che possono essere considerate significative per la data area.

A seconda che si tratti di specie animali o vegetali, di habitat o di strutture e funzioni ecosistemiche, verranno adottati differenti criteri per la selezione delle componenti ecosistemiche sulle quali si ritiene più opportuno focalizzare l'attenzione. Di seguito vengono appunto schematizzate le caratteristiche più comunemente prese in considerazione nell'effettuare tale scrematura:

a. Specie

- "Carisma"

Alcune specie possono essere selezionate poiché hanno un particolare "carisma" o suscitano una particolare attenzione nel pubblico.

- Valore economico

Specie di valore economico (ad esempio le specie cacciabili) sono spesso considerate come componenti di valore poiché può essere molto facile "monetizzare" la loro perdita o riduzione numerica, soprattutto nel caso in cui la fauna rappresenti una fonte di reddito.

- Livello di protezione

E' spesso opportuno utilizzare le specie protette come componenti di valore poiché la loro protezione porta indirettamente alla conservazione degli habitat che ne consentono la sopravvivenza e che spesso non hanno lo stesso livello di protezione a livello normativo.

- Rarità

Molte specie possono essere considerate rare grazie alla loro estrema specializzazione o alla loro distribuzione estremamente localizzata, per tali motivi risultano essere più vulnerabili di quelle che sono più distribuite e che possono più facilmente riprendersi dopo aver subito disturbi ambientali attribuibili alle azioni progettuali.

Risulta inoltre importante cercare di evidenziare quali siano state le cause che hanno condotto la specie o un determinato habitat al livello di rarità attuale e analizzare se l'azione impattante possa determinare una analoga situazione. Caratteristica importante della rarità di una specie è che essa possa essere valutabile in termini quantitativi.

- Stato di conservazione

Le specie vengono classificate come "in via di estinzione" quando sono in pericolo di scomparsa nel prossimo futuro in tutto il loro areale o in una significativa porzione di questo, mentre si definiscono "in pericolo" quando appare probabile la loro tendenza a diventare "in via di estinzione". Per includere le specie in una delle categorie di cui sopra si considerano i seguenti fattori:

- Distruzione, modificazione o riduzione, sia in atto che minacciata, dell'habitat o della distribuzione della specie;

- Sovrautilizzo per scopi commerciali, ricreativi o scientifici;
- Malattie o predazioni;
- Inadeguatezza dei meccanismi di regolazione;
- Fattori antropici o naturali che influenzano l'esistenza delle specie.

Quando si considera lo stato di conservazione di una specie per la VIEc è importante considerare sia la tendenza numerica che le sue possibili spiegazioni e deve essere prestata attenzione sia alle caratteristiche spaziali che a quelle temporali.

- Capacità indicatrici

In alcuni casi la presenza di individui, popolazioni o comunità di specie, la loro produttività ed il loro *status* possono essere utilizzati come indicatori delle condizioni di un habitat, del livello di inquinamento presente, del disturbo antropico e della diversità biologica esistente.

La teoria degli indicatori si presta molto bene ad essere applicata nella valutazione ecologica poiché anche il solo ritrovamento di alcune specie può fornire informazioni sullo stato dell'ambiente, dell'ecosistema o degli habitat in studio; le specie vegetali, ad esempio, semplicemente con la loro presenza ci danno informazioni circa il suolo e le condizioni climatiche o ci possono fornire indicazioni sulla presenza di altri organismi, vegetali ed animali, che tipicamente si accompagnano loro per formare delle comunità.

In genere un buon indicatore possiede:

- una risposta misurabile o riconoscibile;
- una risposta rapida;
- una risposta sicura e prevedibile;
- metodi di indagine ben noti e scientificamente validi.

A seconda degli aspetti dell'ambiente che si intende monitorare si potrà fare riferimento a diverse classi di indicatori:

- *Indicatori di presenza di inquinanti*: una particolare classificazione degli indicatori di inquinamento ambientale è stata redatta da Spellerberg (1991) dividendo gli indicatori per macro tipologie:
 - * *Sentinella*: organismi particolarmente sensibili che possono essere introdotti deliberatamente in un determinato ambiente come segnalatori precoci di allarme o come strumenti di misura dell'intensità di una determinata sostanza o di più sostanze (Fitomonitoraggio o biomonitoraggio con vegetali).
 - * *Rilevatori*: organismi presenti naturalmente nell'area di interesse che mostrano risposte misurabili di fronte ai cambiamenti ambientali.
 - * *Sfruttatori*: la presenza di tali specie è indice di un probabile inquinamento o di una alterazione ambientale.

- * *Accumulatori*: organismi capaci di assorbire ed accumulare determinate sostanze chimiche in quantità misurabili.
- * *Organismi test*: organismi selezionati che vengono utilizzati come fossero reagenti da laboratorio capaci di rilevare la presenza o l'assenza di determinate concentrazioni inquinanti o di reagire diversamente a seconda del livello di tossicità della sostanza in esame (ecotossicologia).

- *Indicatori di disturbo*: è ampiamente dimostrato come alcune specie siano particolarmente sensibili e vulnerabili al disturbo antropico rispetto ad altre maggiormente "robuste" e capaci di poter utilizzare ugualmente le aree con elevato "disturbo" ambientale (diminuzione della qualità e della disponibilità di habitat). Ad esempio alcune specie di Uccelli sono tolleranti al rumore ad alta presenza antropica mentre altre sono estremamente elusive e poco adattabili alle nuove condizioni ambientali.
- *Indicatori di età (o di continuità) e di complessità ecologica*: la presenza di certe specie o la loro combinazione può in alcuni casi indicare la presenza di habitat inalterati o comunque conservati con continuità per lunghi periodi di tempo. Alcune associazioni vegetali ad esempio sono presenti da secoli nelle stesse aree e in tali situazioni esistono spesso tipiche associazioni con specie animali. Tenendo conto che gli ecosistemi più vecchi e più complessi sono caratterizzati anche da una elevata ricchezza nel numero di specie presenti (biodiversità) e che si differenziano molto da ecosistemi giovani o più disturbati, è importante poterli riconoscere ed assicurarne la protezione.

- Indicatori di consociazione tra specie (*guild indicators*²)

Per *consociazione di specie* s'intende un gruppo di specie che utilizzano le stesse risorse naturali nello stesso modo (Root, 1967) anche se i metodi per ottenere e sfruttare tali risorse possono variare da specie a specie (Block *et al.*, 1987). Un vantaggio dell'utilizzo di tali gruppi di specie è che risulta possibile valutare le risorse di un habitat anche se cambiano le specie che compongono l'associazione (Short & Burnham, 1982). Il complesso delle specie infatti non è fisso, nuove specie possono adattarsi ad utilizzare le stesse risorse ed utilizzare questo concetto come base per la valutazione incoraggia un approccio che tenga fortemente in considerazione l'importanza delle risorse stesse.

La specie indicatrice di un'associazione è quella che viene considerata rappresentativa di tutta l'associazione di fronte ai cambiamenti ambientali (Block *et al.*, 1987). Gli

² Il termine inglese *guild* ha come primo significato quello di corporazione (d'arti o mestieri), per questo si è preferito, tra i termini alternativi, quello di consociazione, per indicare l'importanza delle relazioni ecologiche tra le specie presenti.

stessi autori consigliano l'utilizzo di tali indicatori soltanto in gruppi di specie con ecologia molto simile e che utilizzano gli stessi ambiti vegetali; uno dei principali ostacoli all'utilizzo di questi indicatori è infatti la necessità di conoscere molto bene gli aspetti ecologici della specie e di poterla "seguire" adeguatamente nell'area di studio.

È inoltre necessario evitare di utilizzare gli indicatori di associazione per monitorare indirettamente specie in pericolo o altre componenti ecosistemiche di valore onde evitare sottovalutazioni del rischio.

Per utilizzare il concetto di consociazione tra specie e selezionare le specie da valutare occorre seguire i seguenti tre passaggi:

- definizione delle aree di alimentazione e di riproduzione (*guild cells*) selezionate sulla base di appropriati descrittori;
- selezionare le specie che rappresentano o utilizzano ciascun livello vegetazionale;
- selezionare per ciascuna associazione le specie indicatrici che verranno utilizzate nella valutazione.

- Specie Ombrello

Vengono così definite quelle specie che, essendo oggetto di specifiche misure di conservazione, richiedono la protezione di particolari habitat nei quali altre specie meno minacciate sono presenti e che indirettamente beneficeranno di queste misure. L'utilizzazione di una specie ombrello come componente ecosistemica di valore consente la destinazione di risorse allo studio di una singola specie ottenendo informazioni sulle caratteristiche di qualità e di disponibilità di habitat per numerose altre specie.

- Ruolo ecologico e specie chiave

Le *specie chiave* rivestono un importante ruolo nei processi ecosistemici ed influenzano la sopravvivenza di alcune altre specie, la loro scomparsa può quindi comportare una sostanziale alterazione dei processi ecologici; anche in questo caso dunque, focalizzando l'attenzione su di una sola specie, si possono ottenere indirettamente informazioni utilizzabili per la descrizione delle dinamiche complessive dell'ecosistema.

b. Habitat

Anche gli habitat, al pari delle specie, devono essere considerati degni di attenzione nelle valutazioni ecologiche ed assumere ruolo di componenti ecosistemiche di valore poiché le necessità delle singole specie non possono essere considerate separatamente tra loro e dagli habitat naturali che le sostengono, dalle correlazioni esistenti e dalle esigenze comuni di utilizzo delle risorse naturali.

Uno dei principali vantaggi nella selezione degli habitat quali componenti ambientali di pregio risiede nel concetto stesso di habitat, esso può infatti essere utilizzato per connettere gli effetti su scala locale e paesaggistica sulle specie cosicché le

eventuali necessità possano essere valutate integralmente a tutti i livelli. La misurazione ed il controllo della distribuzione e della grandezza degli habitat è inoltre più semplice da misurare e da monitorare che non la distribuzione delle singole specie ad essi associate, senza contare che spesso le informazioni sulla distribuzione hanno poco significato senza le informazioni contestuali sugli habitat stessi.

c. Struttura ecosistemica

Esistono anche particolari variabili in grado di definire la struttura dell'ecosistema che possono essere selezionate come componenti ambientali di pregio o di valore e tra queste si ricordano:

- abbondanza di biomassa;
- composizione delle comunità: una caratterizzazione della composizione in specie in una determinata zona può darci rilevanti informazioni riguardo a particolari coincidenze di fattori abiotici e di gestione dell'area sia nel passato che nel presente. Ovviamente un'analisi effettuata a livello di comunità è una sfida più difficile che non la trattazione a livello di specie e ci mostra come sia necessario sviluppare dei metodi di analisi che ci possano garantire un approccio olistico allo studio degli ecosistemi. Predire le risposte di una comunità presenta infatti notevoli difficoltà anche disponendo di buone informazioni sulle singole specie, dal momento che le relazioni interspecifiche che possono occorrere sono spesso al di là delle conoscenze attualmente disponibili. Ciò nonostante un approccio di questo tipo può, in alcuni casi, fornire interessanti risposte;
- ricchezza e diversità in specie: questi aspetti della struttura ecosistemica si prestano bene ad essere utilizzati come componenti ecosistemiche di valore vista la facilità con la quale possono essere misurati, inoltre la variazione della ricchezza o della diversità in specie, sia a livello qualitativo che quantitativo, ci può fornire informazioni sullo stato di salute di un ecosistema. La ricchezza in specie viene valutata al meglio conteggiando il numero di specie per unità di area, mentre la diversità delle specie tiene conto dell'abbondanza relativa delle specie stesse dandoci così una più accurata rappresentazione della composizione della comunità;
- organizzazione trofica;
- distribuzione spaziale.

Struttura e funzione ecosistemica si influenzano a vicenda come dimostra ad esempio l'analisi delle comunità animali che popolano un bosco effettuata da Fuller *et al.* nel 1989 dalla quale risulta come differenti associazioni di uccelli canori siano correlate con differenti età del bosco e del sottobosco e possano anche determinare variazioni nella fisionomia.

d. Funzioni e processi ecosistemici

I principali indicatori o variabili rappresentativi possono essere il flusso di materia e di energia, il rateo di respirazione o di decomposizione e i cicli dei nutrienti. Questi

parametri non sono di facile o diretta determinazione ma alcuni impatti dovuti a specifiche azioni progettuali possono interferire proprio con i cicli dei nutrienti o con la disponibilità delle risorse. Alcuni ecosistemi presentano inoltre caratteristici pattern di successione delle specie che potrebbero essere considerati come attributi chiave; inoltre altri importanti processi e funzioni possono essere considerati adatti per la valutazione delle componenti ecologiche, tra questi i principali sono:

- ciclo dei nutrienti;
- flusso energetico;
- produttività;
- eutrofizzazione;
- successione degli stadi evolutivi;
- colonizzazione;
- dispersione;
- competizione;
- capacità assimilativa.



Anche gli aspetti relativi alle funzioni ecosistemiche, chiaramente importanti nella definizione delle condizioni di base da utilizzare in sede previsionale, non sono di facile determinazione. Un modo di caratterizzare la funzionalità di un ecosistema potrebbe ad esempio essere quello di tracciare i flussi di energia al

suo interno, dal momento che quasi tutti gli impatti sull'ecosistema possono essere tradotti in variazioni nei flussi di energia ma i tentativi di modellizzazione non hanno ancora dato risultati efficaci.

Alcune variazioni delle funzioni ecosistemiche possono essere quantificate indirettamente attraverso la misura di attributi ecologici effettuata con opportuni indicatori: ad esempio nel caso della descrizione della struttura delle comunità vegetali, ci si può basare sulla variazione della biomassa a differenti livelli trofici, sulla composizione delle associazioni o sull'abbondanza relativa di determinate specie.

A livello di processi ecosistemici risulta poi particolarmente importante raccogliere informazioni sui processi relativi alle popolazioni, alla loro crescita o al loro declino, così da poter valutare efficacemente le risposte a determinate fonti di stress. In

natura una popolazione, per mantenersi stabile, deve resistere a quei fattori che si oppongono alla sua crescita, causandone la riduzione della natalità o l'aumento della mortalità; questi fattori possono essere di tipo fisico ed indipendenti dalla densità di popolazione, come ad esempio le variazioni climatiche, o biotici, come le interazioni tra le popolazioni (competizione, predazione, simbiosi) e quindi dipendenti dalla densità di popolazione.

Tutte le componenti ambientali selezionate per la valutazione degli effetti degli impatti dovrebbero essere scelte, oltre che sulla base delle considerazioni precedenti, anche sulla reale possibilità di poterne poi effettuare il monitoraggio. Risulta infatti poco efficace selezionare una determinata specie e approfondirne aspetti legati all'ecologia ed all'etologia, sapendo che poi non sarà possibile poter seguirne l'evoluzione in quanto le metodologie di monitoraggio non sono state sviluppate o richiedono risorse, in termini di tempo ed economiche, inadeguate con gli obiettivi del progetto. Spesso però invece si tiene unicamente conto, nella selezione delle componenti ecosistemiche di valore, della convenienza nella raccolta dati; dall'analisi della letteratura emerge infatti che le specie maggiormente utilizzate nei monitoraggi sono le specie arboree (notoriamente statiche), gli uccelli, i mammiferi e gli invertebrati mentre altri gruppi, come i funghi ad esempio sono virtualmente ignorati.

Una volta completata la fase di raccolta delle informazioni il procedimento di valutazione o approfondimento può passare alla seconda fase in cui verranno valutati i possibili effetti del piano o progetto sull'area oggetto di studio.

Predizione degli impatti

Una volta selezionate le componenti ecosistemiche di valore sarà possibile effettuare una valutazione di come gli impatti possano agire ed influenzarle direttamente. Le metodiche individuate per l'identificazione degli impatti sono:

- Misure dirette: porzione di habitat persa in relazione alle popolazioni presenti, ecc.
- Diagrammi di flusso, network e diagrammi di sistema: si potranno in tal modo identificare le catene di impatti risultanti dai singoli impatti diretti.
- Modelli: vengono normalmente utilizzato a ritroso partendo dai risultati che si attendono così da valutare se e come il dato piano o progetto potrà raggiungere lo scopo.
- Sistemi GIS: utilizzati per ottenere modelli di interazione spaziale, mappare siti specifici e localizzare le perdite di habitat.
- Informazioni su progetti simili
- Opinioni e giudizi di esperti
- Descrizioni e correlazioni dei fattori fisici tra loro e con le specie selvatiche: se possono essere predette le condizioni future, si possono utilizzare queste basi per predire la futura abbondanza in specie.

- **Analisi della capacità portante:** si identifica il livello di stress al di sotto del quale è possibile mantenere le funzioni ecosistemiche. Tale procedimento richiede l'identificazione degli eventuali fattori limitanti e l'utilizzo di modelli matematici per descrivere le capacità delle risorse di fronte ai limiti imposti da ogni fattore.
- **Analisi della struttura dell'ecosistema**

Perché un impatto possa essere poi essere valutato correttamente occorre che sia messo in relazione con le caratteristiche che regolano l'effettiva esposizione dei recettori:

- *Estensione dell'home range:* può variare con la stagione, la latitudine e l'altitudine o seguendo le variazioni delle risorse alimentari, con l'età del recettore, il sesso, con i cicli riproduttivi, con le sue dimensioni o con le preferenze alimentari, oltre che con la qualità dell'habitat. Habitat "poveri" sono infatti spesso correlati con popolazioni discontinue e con grandi estensioni dell'home range.
- *Densità della popolazione:* essa può influenzare il numero di individui che potranno essere esposti ad un determinata azione progettuale all'interno dell'area d'impatto.
- *Organizzazione sociale:* influenza il modo con il quale un individuo caratterizzato da una determinata età, dimensione e distribuzione risponde ad uno stress. In genere gli animali giovani sono più sensibili degli adulti oppure alcune azioni progettuali possono interferire unicamente con particolari stadi (stadi critici) del ciclo vitale a causa di una specifica organizzazione sociale.
- *Dinamica della popolazione:* fattori come la fecondità annuale ed il rateo di mortalità di una specie possono influenzare le capacità di una popolazione di riprendersi dopo un determinato impatto. Ad esempio la longevità di una determinata specie espone gli individui agli effetti cumulativi (impatti secondari) molto più di altre specie nelle quali i cicli vitali sono molto più ridotti.
- *Stagionalità dei comportamenti:* molti uccelli ad esempio sono presenti nell'emisfero nord solamente nei mesi estivi e si muovono stagionalmente tra le regioni settentrionali e meridionali dei continenti, alcune specie di mammiferi, rettili ed anfibi trascorrono una cospicua parte del loro ciclo vitale allo stato di ibernazione o di dormiscenza nel periodo invernale, mentre altre sono unicamente diurne (o notturne) e per tale motivo possono interagire diversamente con le azioni progettuali.
- *Mobilità delle specie:* questo è un fattore che più di altri può influenzare l'esposizione di una determinata specie non soltanto a stress come la distruzione dell'habitat ma anche ad altri effetti come la frammentazione e l'isolamento di determinati ecosistemi; la possibilità di spostarsi da un habitat all'altro può però alle volte essere energeticamente insostenibile anche per le specie più vagili. La mobilità conferisce dunque la capacità immediata di evitare l'impatto ma non una capacità a lungo termine di mantenimento della popolazione.

- *Disponibilità delle risorse e specificità degli habitat*: specie molto esigenti in termini di risorse e di habitat hanno meno possibilità di poter trovare altre situazioni alternative e per questa ragione risultano essere maggiormente esposte agli stress. Questo ragionamento è comune a tutte le specie sottoposte o garantite da un elevato grado di protezione ambientale.
- *Interdipendenza con altri stress*: la valutazione dell'esposizione deve considerare anche la possibilità che una determinata specie sia già sottoposta ad altre tipologie di stress antropici che possano quindi dare luogo ad effetti sinergici, oppure effetti su di una specie possono provocare altri importanti effetti su specie correlate (connesse) a questa (rapporti preda-predatore). E' dunque essenziale considerare sempre tutti i possibili legami ecologici, sia tra le diverse specie che tra diverse fasi vitali della stessa specie.

Dal punto di vista applicativo la valutazione e la predizione degli impatti deve utilizzare le stesse metodiche utilizzate per la Valutazione di Impatto Ambientale così come descritte nella seconda parte di questo stesso volume.

Obiettivi di conservazione

Una volta identificati e previsti i potenziali effetti di un piano o progetto sull'area sarà necessario valutare come tali effetti potranno influenzare l'integrità del sito in relazione con gli obiettivi di conservazione e l'effettivo status del medesimo, tenendo sempre in considerazione quel principio precauzionale la cui applicazione risulta implicita nel contesto della direttiva Habitat. Con le informazioni raccolte e le previsioni effettuate sarà possibile seguire un percorso che porti a rispondere alle seguenti domande che possono essere considerate alla stregua di una checklist:

- La perdita o la redistribuzione dell'habitat influenzerà la vitalità delle specie associate?
- La capacità di carico, il limite di stress o la capacità di assimilazione verranno superate?
- Se l'habitat verrà distrutto, le specie troveranno un habitat alternativo?
- Se l'habitat verrà distrutto, l'habitat restante sarà sufficiente a supportare le specie associate?
- Se l'habitat verrà distrutto, può essere rimpiazzato usando la tecnologia disponibile in un intervallo di tempo ragionevole?
- Ci sarà un collasso della resilienza o della stabilità dell'habitat?
- Le previste riduzioni della popolazione di una specie porteranno ad una perdita a lungo termine della vitalità della specie stessa?
- Ci sarà una perdita significativa ed irreversibile di biodiversità?
- La riduzione della diversità genetica causerà una riduzione della capacità di resistere a future modificazioni ambientali?
- La perdita di un habitat sarà più compromettente della perdita di un altro?

- Lo stato *post operam* dell'ecosistema sarà significativamente diverso da quello *ante operam*?
- Ci sono perdite di componenti o funzioni ecosistemiche che possono essere mitigate o compensate, e se sì, quali?
- Le misure di mitigazione proposte garantiscono il mantenimento delle risorse naturali in limiti accettabili, ossia le condizioni nelle quali risulterà l'ecosistema saranno accettabili?

Per rispondere precisamente a tali domande sarà necessario porre l'attenzione su alcuni concetti ecologici utili nel determinare se gli effetti di un piano o progetto garantiscono il mantenimento di obiettivi di conservazione appropriati:

- *rischio di estinzione*: pur essendo un aspetto di difficile misurazione risulta comunque un dato utilizzabile come logico punto di partenza per una valutazione;
- *concetto di "minima popolazione vitale"*: tale concetto è basato sull'assunto che le specie hanno un minimo livello di popolazione sotto il quale è probabile l'estinzione per fattori ecologici o genetici;
- *diversità genetica*: anche la riduzione della diversità genetica è un fattore estremamente importante nello stabilire la dimensione minima di una popolazione poiché la riduzione della variabilità genetica influenza l'aumentare della probabilità di estinzione per una data specie;
- *effettiva dimensione della popolazione*: tale valutazione è una delle misure più efficaci per ottenere una stima della perdita di diversità genetica; con grandezza effettiva della popolazione si intende infatti la consistenza di quella popolazione ideale che fornirebbe la stessa quantità di variazioni genetiche, attraverso unioni casuali di gameti, della popolazione attuale. Esistono due punti di vista per analizzare tale grandezza che sono:
 - **Effettiva grandezza di inbreeding**: basata sul numero di correlazioni genetiche nei singoli individui; viene utilizzata per determinare la perdita del tasso di eterozigosità di una popolazione;
 - **Effettiva grandezza di varianza**: basata sulla deriva della frequenza genica; viene usata per determinare il tasso di perdita del polimorfismo totale tra le varie popolazioni.
- *habitat minimo vitale*: tale concetto si basa sull'assunto che un individuo o una popolazione potrebbero scomparire se l'estensione dell'habitat a loro disposizione si riducesse al di sotto del valore minimo necessario per soddisfarne le necessità basilari. In molti casi l'area minima e l'home range sono comparabili anche se in alcune specie l'home range normalmente utilizzato è ridondante rispetto alle sue effettive necessità. E' necessario rilevare che il dato riguardo all'estensione dell'area minima potrebbe essere estremamente utile ai fini valutativi ma risulta di difficile misura, soprattutto per quelle popolazioni con habitus migratorio e con siti di riproduzione e di svernamento separati da distanze talvolta enormi;

- *grandezza dell'home range*: informazioni riguardanti l'home range delle varie specie sono fondamentali per evitare il danno o la distruzione di zone vitali per le specie protette;
- *rarietà*: riuscire a valutare la rarità di una specie, di un habitat o di un sistema è molto importante ai fini della valutazione poiché può essere una delle principali cause di perdita irreversibile, essendo le entità più rare più vulnerabili di fronte al rischio di estinzione e scarsamente in grado di "rispondere" agli impatti derivanti da una pressione ambientale;
- *resilienza*: capacità di un ecosistema di assorbire eventuali cambiamenti; per sostenere le attività antropiche occorre assicurarsi che i sistemi ecologici siano resilienti di fronte agli stress;
- *stabilità*: si intende "la capacità di un ecosistema di mantenere una certa forma di equilibrio in presenza di perturbazioni" (Allen e Star, 1982). Benché stabilità e resilienza siano strettamente legate tra loro, la resilienza viene utilizzata in relazione a comportamenti ecosistemici che si allontanano dall'equilibrio mentre la stabilità è più pertinente all'abilità di un ecosistema di resistere di fronte a tali spostamenti (Okey, 1996);
- *fragilità*: definita da Nilsson e Grelsson nel 1995 come l'inverso della stabilità ecosistemica; è una caratteristica intrinseca del sistema stesso che risulta fragile con o senza le pressioni che potrebbero indurre l'espressione di tale fragilità. Ecosistemi fragili sono caratterizzati da un elevato tasso di turnover delle specie, mentre ecosistemi stabili sono in grado di mantenere il proprio equilibrio;
- *diversità/complessità*: la diversità è una proprietà che risulta spesso influenzata dalle attività antropiche e che è strettamente legata alle altre proprietà già discusse; inoltre bisogna considerare che, senza porgere troppa attenzione alle implicazioni della diversità o della complessità sulla stabilità o sulla resilienza del sistema, i livelli e le caratteristiche di diversità di alcuni sistemi dovrebbero essere comunque mantenute;
- *"restituibilità"*: la restituitività delle specie, degli habitat e degli ecosistemi è un fattore chiave nella valutazione delle implicazioni degli impatti avversi; per avere un miglior punto di vista su tale caratteristica dei sistemi occorrerebbe svolgere studi su situazioni diverse volti alla costruzione di curve caratteristiche di degrado-recupero;
- *stato di conservazione*: anche tale caratteristica non è di semplice misurazione, ma nel contesto di una valutazione ecologica i vari livelli di pericolo di estinzione potrebbero essere utilizzati nel determinare l'accettabilità di una data azione.

Misure di mitigazione

Con tale definizione, in accordo con quanto espresso dalla Commissione Europea e con quanto stabilito dalle normative di Valutazione di Impatto Ambientale, si intendono quelle "misure mirate a minimizzare fino ad annullare od anche a cancellare gli impatti negativi di un piano o progetto durante lo svolgimento o al suo completa-

mento"; l'US Council on Environmental Quality (CEQ)(1978), suggerisce inoltre che, in tema di mitigazione, i seguenti approcci dovrebbero essere implementati sequenzialmente, dando priorità alle misure di precauzione:

- evitare del tutto l'impatto, non effettuando l'azione o parte di essa;
- minimizzare l'impatto limitando l'intensità di un'azione;
- ripristinare gli effetti degli impatti attraverso la riparazione, la reintegrazione o il recupero degli ecosistemi interessati;
- compensare gli impatti rimpiazzando le risorse ambientali o fornendone di nuove.

Per effettuare una valutazione efficace delle misure di mitigazione devono essere seguiti i seguenti passaggi:

- elenco di ogni misura o azione che deve essere introdotta:
 - misure precauzionali:
 - * progettazione sensibile a zone e periodi chiave;
 - * localizzazione basata sul criterio del minimo danno;
 - * desistere da azioni generatrici di impatto.
 - misure di riduzione, moderazione o mitizzazione:
 - * controllo delle emissioni;
 - * barriere antirumore;
 - * controllo degli oli esausti;
 - * accesso controllato durante le fasi di cantiere e di esercizio;
 - * ponti, tunnel ed ecodotti per le specie selvatiche;
 - * recinti per le specie selvatiche.
- spiegazione di come tali misure eviterebbero gli impatti sul sito;
- spiegazione di come tali misure ridurrebbero gli impatti sul sito; e quindi, per ognuna delle misure elencate, fornire:
 - dati su come e da chi verrebbero messe in opera;
 - informazioni sul livello di affidabilità e di efficacia;
 - un piano temporale di messa in opera in relazione alla tempistica del piano o progetto;
 - dati su come tali interventi verranno monitorati e come verranno corretti eventuali fallimenti.

A questo punto dovrà essere compilata una relazione del lavoro valutativo svolto così che l'autorità competente possa decidere se mandare il piano o progetto alla fase autorizzativa o se sia necessario che la valutazione di incidenza proceda con la terza fase.

6.1.3 Fase 3: Valutazione delle soluzioni alternative

In questa terza fase vengono esaminate, dal progettista, strategie alternative per raggiungere gli obiettivi del piano o progetto evitando impatti sul sito in esame, è necessario che gli obiettivi di conservazione e lo status del sito Natura 2000 abbiano maggior peso rispetto ad ogni considerazione di costi, ritardi, o altri aspetti delle eventuali soluzioni alternative ed è a tale scopo che le autorità competenti non devono limitare l'analisi delle soluzioni alternative a quelle suggerite dal proponente. Questa terza fase si compone essenzialmente di due parti che anticipano la stesura della relazione finale, di seguito elencate.

Identificazione soluzioni alternative

L'Autorità competente, in fase di valutazione di una procedura per un piano o progetto, dovrà inevitabilmente basarsi, almeno in parte, sulle informazioni fornite dai proponenti e tali informazioni dovranno essere utilizzate per comprendere nella maniera più precisa possibile gli obiettivi dell'opera in questione. Utilizzando tali considerazioni sugli obiettivi come punto di partenza sarà possibile identificare una serie di strategie alternative per raggiungere le stesse finalità, che saranno a loro volta analizzate per valutare eventuali impatti sul sito stesso; nel processo di identificazione e di valutazione delle soluzioni alternative risulta inoltre fondamentale l'inclusione dell'ipotesi zero.

Le possibili soluzioni alternative possono includere variazioni riguardo a:

- diversa localizzazione delle infrastrutture;
- dimensioni;
- metodi per raggiungere gli obiettivi;
- metodi di costruzione;
- caratteristiche dell'attività;
- dinamiche di dismissione;
- organizzazione del cronoprogramma.

Per ogni alternativa individuata dovrà poi essere presentata una relazione relativa alle considerazioni che hanno portato a tale scelta, e quindi tutte le nuove soluzioni possibili dovranno a loro volta essere sottoposte a valutazione.

Valutazione delle soluzioni alternative

Per valutare le soluzioni alternative occorre effettuare un nuovo procedimento di valutazione (vd. paragrafo precedente) seguendo i seguenti passaggi:

- consultazione tra le varie agenzie e gli altri organi interessati;
- utilizzare le informazioni a disposizione per effettuare la fase di screening come già descritto;
- identificare e caratterizzare gli obiettivi del piano o progetto;

- identificare tutti i mezzi alternativi per raggiungere gli obiettivi del piano o progetto;
- fornire il maggior numero di informazioni possibili, completare le deficienze informative e citare tutte le fonti di informazione;
- valutare ogni alternativa utilizzando gli stessi criteri già utilizzati per valutare gli impatti del piano o progetto di partenza;
- applicare sempre il principio precauzionale.

Una volta terminate le fasi di valutazione delle soluzioni alternative verrà redatta una relazione per definire se esistano o meno soluzioni in grado di evitare gli impatti del piano o progetto così come presentato dal Proponente; in caso tali alternative siano state trovate occorrerà valutarne nuovamente i potenziali impatti ripartendo dalla fase uno, altrimenti si passerà alla quarta ed ultima fase del processo di valutazione di incidenza.

6.1.4 Fase 4: Valutazione in caso non esistano soluzioni alternative e si abbiano impatti

Quest'ultima fase del processo di VIEc viene svolta solo nel caso in cui, come previsto dall'articolo 5 comma 8 e 9 del D.P.R. 357/97³, a causa della presenza di considerazioni legate a problematiche di salute umana o a imperative e preponderanti ragioni di pubblico interesse, il piano o progetto sia stato approvato nonostante la permanenza di impatti sul sito oggetto di interesse comunitario. I passaggi a questo stadio del processo sono espressi di seguito.

Identificazione delle misure di compensazione

Nonostante le compensazioni siano l'unica procedura attuabile nei casi di cui sopra, è stato ampiamente dimostrato che queste, in ambito naturale, hanno poche possibilità di successo poiché richiedono azioni spesso troppo intrusive sulle strutture ecosistemiche. Tra le misure di compensazione più frequentemente messe in opera se ne ricordano essenzialmente di tre tipi:

- Salvataggio (Rilocazione, Traslocazione)
 - traslocazione di piante ed animali;
 - traslocazione di habitat;
 - rimozione di zolle per la reintegrazione.
- Riparazione, Reintegrazione, Ripristino
 - reintegrazione di habitat (boschi, zone umide, praterie, ecc.);
 - risemina delle praterie o piantumazione;

³ Per il testo integrale dei suddetti comma si rimanda alla seconda parte del presente volume nella sezione riguardante la Valutazione di Incidenza Ecologica.

- ripristino delle funzioni ideologiche danneggiate (es. reintegrazione di aree elevate rispetto all'acqua).
- Compensazione
 - donare habitat sostitutivi
 - creare nuovi habitat in siti alternativi.

Naturalmente tutte queste forme di compensazione devono essere valutate per assicurarsi che rispondano ai seguenti requisiti:

- che siano appropriati al sito ed al tipo di perdita causata dal piano o progetto;
- che abbiano la capacità di mantenere o migliorare la coerenza globale del sito di interesse comunitario;
- che siano realizzabili;
- che siano operative nel momento in cui viene a realizzarsi il danno sul sito.

Valutazione delle misure di compensazione

Perché un piano o progetto sia approvato, occorre spiegare come le misure compensative proposte vadano in effetti a bilanciare gli impatti negativi, partendo dal presupposto che una compensazione, per essere accettabile, deve rispondere ai seguenti requisiti:

- rivolgersi direttamente agli habitat ed alle specie influenzate negativamente;
- rivolgersi alla medesima regione biogeografia nel medesimo stato membro ed essere nel più stretto rapporto possibile con l'habitat che è stato colpito dal piano o progetto;
- fornire funzioni analoghe a quelle che hanno giustificato i criteri di selezione del sito originale;
- avere chiari obiettivi di sviluppo e di gestione così che possano raggiungere il mantenimento o il miglioramento della coerenza del sito di interesse comunitario.

Anche al termine di questa quarta fase del procedimento di VIEc verrà redatta una relazione nella quale verranno delineate tutte le misure compensative da attuare e, in maniera il più possibile dettagliata e vincolante, i meccanismi di monitoraggio a lungo termine garantiti dell'efficacia delle compensazioni e del raggiungimento degli obiettivi di gestione del sito di importanza comunitaria.

La fase post-operam di ogni piano o progetto autorizzato al termine delle procedure di VIEc dovrà essere seguita, per tutta la sua durata, da un accurato programma di monitoraggio delle singole componenti ambientali considerate nell'ambito dello studio. Tale controllo consentirà alle autorità competenti di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e di compensazione prescritti in fase di valutazione ed eventualmente di modificarli nel caso si rivelassero inadeguati a garantire gli obiettivi di conservazione del sito di interesse comunitario.



Per fornire un supporto visivo a quanto espresso nel presente capitolo, viene di seguito proposto un diagramma di flusso esemplificativo dei diversi passaggi previsti nella Valutazione di Incidenza Ecologica (fig.1).

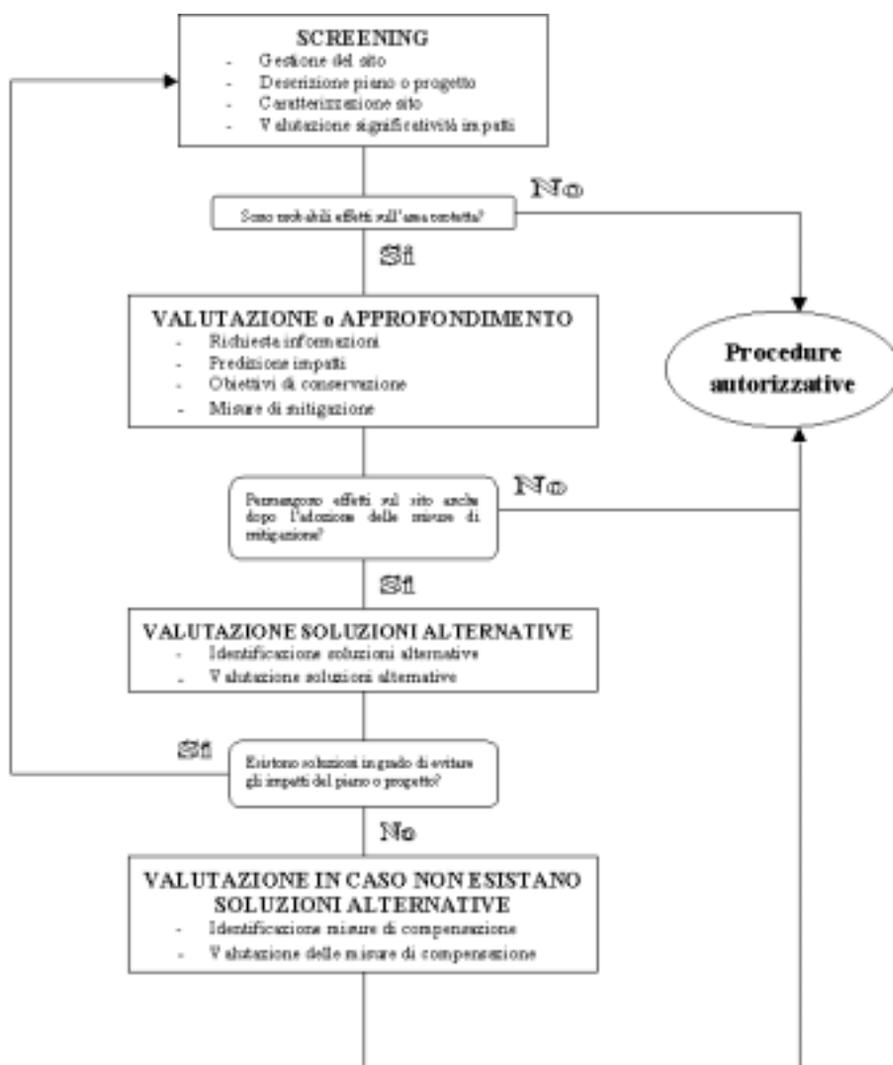


fig.6.1 - Schema principali passaggi del procedimento di VIEc

BIBLIOGRAFIA

Parte I

Testi

Daly H.E., *Towards some operational principles of sustainable development*, Ecological Economics n. 2, 1990, pp.1-6.

Ehrlich P., Holdren J., *The impact of population growth*, Science n. 171, 1971, pp.1212-1217.

Robert K.H., Daly H., Hawken P. & Holmberg J., *A Compass for Sustainable Development*, International Journal of Sustainable Development and World Ecology n.4, 1997, pp.79-92.

Sadler B., Jacobs P., *A key to tomorrow: on the relationship of environmental assessment and sustainable development*, Perspectives on Planning for a Common Future, Canadian Environmental Assessment Research Council, Ottawa, Canada, 1989.

Seralgedin I., Steer A., Epilogue: expanding the capital stock, Making Development Sustainable: from Concepts to Action, Occasional Paper series n. 2, Environmentally Sustainable Development, The World Bank, Washington, DC, 1994.

Siti web

<http://www.joburgsummit2002.com>

<http://www.johannesburgsummit.org>

<http://www.minambiente.it/SVS>

Parte II

Testi

ARPA Piemonte, Rapporto sullo stato dell'ambiente in Piemonte, Torino, Novembre 2001.

Barde J.P., Pearce D.W., Valutare l'ambiente.Costi e benefici nella politica ambientale, Bologna, Il Mulino, 1993.

Bresso M., Per un'economia ecologica, NIS – La Nuova Italia Scientifica, 1996.

Catalano G.M., Lombardo S., L'analisi costi-benefici nelle opere pubbliche, Palermo, Dario Flacconio Editore Srl, 1995.

Glisoni M., Maffiotti A., Matera F. G. Nava, A. Robotto, Quadro normativo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale: il ruolo delle Agenzie Regionale per l'Ambiente, 5° Seminario Rischio e Ambiente, Istituto Superiore di scienze Sociali – Politecnico di Torino, 14-15 Maggio 2002.

Marchello F., Perrini M., Serafini S., Diritto dell'ambiente, Edizioni Giuridiche Simone, 1999.

Ministero del Bilancio e della Programmazione, Manuale di valutazione dei progetti per la Pubblica Amministrazione, Roma, Poligrafico e Zecca dello Stato, 1983.

Novelli G. (Direttore Generale ARPA F.V.G), Il ruolo dell'ARPA FVG nella promozione dei sistemi di gestione ambientale ISO 14001 – EMAS, Atti del Convegno "Certificazione Ambientale EMAS – ISO 14001 e Sistemi di Gestione Ambientale", Villa Manin Passariano, 22 Giugno 2000.

Pearce D.W., Cost-benefit Analysis, Hong Kong, Macmillan, 1992.

Petts J., Handbook of Environmental Impact Assessment, Blackwell Science, Environmental Impact Assessment: Process, Methods and Potential, Volume 1, 1999.

Politecnico di Milano, Valutazione di Impatto Ambientale: metodi, indici, esempi, 54° Corso di Aggiornamento in Ingegneria Sanitaria Ambientale, Milano, 22-26 gennaio 2001.

Provini A., Galassi S., Marchetti R., Ecologia Applicata – Nuova Edizione, Città Studi Edizioni, Cap. 5 "La Valutazione di Impatto Ambientale", 1998.

Regione Piemonte (Assessorato Ambiente, Direzione Tutela e Risanamento Ambientale Programmazione Gestione Rifiuti), documentazione inerente la VIA Regionale: Testo della Legge regionale 14 dicembre 1998, n.40 "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione"; Guida alla lettura della legge regionale n.40/1998 "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione", Riferimenti normativi; Indicazioni e strumenti per l'applicazione della L.R. 14 dic. 1998, n. 40.

Socco C., Il concetto di sostenibilità ambientale, un possibile algoritmo di decisione, Testi DIT – Dipartimento Interateneo Territorio, Politecnico e Università di Torino, Novembre 2000.

UNEP, Economic Analysis, cap. 9 in "Appraisal methodology for sustainable development projects", Environmental Economics Series, Paper n. 2, 1992.

V Conferenza Nazionale delle Agenzie Ambientali –Relazione presentata dal Direttore Generale di ARPA Emilia Romagna in rappresentanza della rete delle Agenzie per l'Ambiente, 17-19 dicembre 2001.

Riferimenti Normativi

D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 372 *"Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento"*.

D.P.R. 357/97 *"Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche"*.

D.P.R.12/04/1996 *"Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n.146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale"*.

Direttiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente la *"Valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente"*.

Direttiva 79/409/CEE concernente la *"conservazione degli uccelli selvatici"* (Direttiva Uccelli).

Direttiva 92/43/CEE concernente la *"conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche"* (Direttiva Habitat).

Direttiva 96/61/CE concernente la *"prevenzione e la riduzione integrata dell'inquinamento"*.

Direttiva 97/62/CEE concernente l' *"adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE"*.

DPCM 377 del 10 agosto 1988 *"Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale"*.

DPCM del 27 dicembre 1988 *"Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10 agosto 1988, n. 377"*.

L.R. 9 ottobre 2000 n. 285, *"Interventi per i Giochi Olimpici Invernali Torino 2006"*.

L.R. n. 40 del 14/12/98 *"Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione" e successive integrazioni e modifiche*.

L.R. 47/95 *"Norme per la tutela dei Biotopi"*.

Legge 349 del 08/07/1986 *"Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale"*.

Regolamento 1836/93/CE *"Regolamento sull'adesione volontaria delle imprese del settore industriale a un sistema comunitario di ecogestione e audit"*.

Regolamento 880/92/CEE concernente *"Un sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica"*.

Regolamento Regionale 16 novembre 2001 n° 16, *"Disposizioni in materia di procedimento di Valutazione d'Incidenza"*.

Siti web

<http://europa.eu.int/scadplus/leg/it.htm>

<http://via.regione.piemonte.it>

<http://www.arpa.fvg.it/Innovazion/Emas—Sga/La-rete-EM/>

<http://www.epa.gov>

<http://www.europa.eu.int/comm/environment/ippc/>

<http://www.feem.it/web/attiv/vas/chitotti.doc>

<http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/chainet/tools.htm>

http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/scn/rete_natura2000/

http://www.miniambiente.it/Sito/settori_azione/via/vas/vas_contenuti.asp

<http://www.regione.veneto.it/agricoltura/foreste/shapes/sic.htm>

<http://www.selene.net/autocali/inquinamento.htm>

Parte III

Testi

Adams R., Bogliotti C., *The utility of an objective terrain unit definition for landslide hazard mapping and hydrological threshold analysis in the Langhe*, Atti del Convegno "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica" Alba 1996, vol. 1, ed. CNR, 1996.

Amanti M., Cara P., Pecci M., Ventura R., *Preliminary results in the field control of a new proposal of landslide classification for the prevention of natural risk in the experimental Serchio river basin (Tuscany, Italy)*, Atti del Convegno "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica"Alba 1996, vol.1, ed. C.N.R, 1996.

ANPA ARPA Piemonte, *Paesaggi rurali di domani, la gestione degli ecosistemi agro-silvo-pastorali e la tutela della connettività ecologica del territorio extraurbano* – Workshop Torino, CEDAP, 10 settembre 1999.

ANPA, Programma triennale ANPA1998-2001, *Progetto Monitoraggio reti ecologiche, sintesi casi di studio*.

Arnoldus-Huyzendveld A., Gisotti G., Massoli-Novelli R., Zarlenga F., *I beni culturali a carattere geologico: i geotopi, un approccio culturale al problema*, Geol.Tecn.e Amb., n. 4, 1995.

ARPA Emilia Romagna, *Campi Elettromagnetici prevenzione, comunicazione, controllo e ricerca*, Atti Convegno, 2001.

Benedini M., Gisotti G., *Il dissesto idrogeologico: causa, effetti e interventi a difesa del suolo*, Ed. La Nuova Italia Scientifica, 1990.

Bini G. et al., *Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera*, ANPA, Dipartimento Stato dell'ambiente-controlli e sistemi informativi, 2001.

Bruschi S., Falini P. in *Valutare l'ambiente*, La Nuova Italia Scientifica, 1990.

Canter. L.W, *Environmental Impact Assessment*, McGraw-Hill, New York, 1996.

Consiglio Nazionale delle Ricerche-Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica, *Carta Geologica d'Italia-1:50.000-Guida al rilevamento*, Serv. Geol. Naz., Quad. ser. III, vol.1, 1992.

Cosa M., *L'inquinamento da Rumore*, La Nuova Italia Scientifica - NIS, 1992.

Desiato F. et al., *I modelli di valutazione della qualità dell'aria*, ANPA, Dipartimento Stato dell'ambiente-controlli e sistemi informativi, 2000.

Diamond J.M., *The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural preserves*, Biological Conservation 7, 1975, pp.129-146.

English Nature, *Roads and nature conservation. Guidance on impacts, Mitigation and Enhancement*, English Nature, Peterborough, 1993

Falini P., Ciardini F., *La qualità visiva del paesaggio: metodi e tecniche di valutazione*, Agricoltura Ambiente, n.25, 1985, pp.23-25.

Finzi G., Pirovano G., Volta M., *Gestione della qualità dell'aria*, Mc Graw Hill, 1991.

Gisotti G. in *Valutare l'Ambiente, guida agli studi d'impatto ambientale*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1990.

Gisotti G., *Principi di geopedologia*, Ed. Calderoni, 1988.

Gruppo di Lavoro per la Cartografia Geomorfologica, *Carta Geomorfologica d'Italia-1:50.000-Guida al rilevamento*, Serv. Geol. Naz., Quad. ser. III, vol. 4, 1994.

Gruppo Nazionale di Geografia fisica e geomorfologia, *Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti*, a cura di Carrara A., Carton A., Dramis F., Panizza M. & Prestininzi A., Boll. Soc. Geol. It., 106, 1987, pp.199-221.

Gruppo Nazionale di Geografia fisica e geomorfologia, *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*, Geogr. Fis. Dinam. Quat. 16., 1993.

Hill D., Hockin D., Price G., Tucker R., Morris R, Treweek J., *"Bird disturbance: improving the quality and utility of disturbance research"*, Journal of Applied Ecology 34 (2), 1997, pp.275-289

Hutchinson, G.E. *A treatise in Limnology, Geography, Physics and chemistry*, Jonh Wiley&Sons, New York, Vol. 1, 1957.

Kinsier Lawrence E, *Fundamental of Acoustics*, 1982.

S. Malcevschi, C. Capetta, M. Busa, G. Quaglio, G.L. Bisogni; *Agroecosistemi piemontesi: struttura e dinamiche*, Regione Piemonte - Collana ambiente 16, 1995.

Mason J., Sadoff C.W., *Why protect protected areas?*, Dissemination Notes on the Environment, No. 8, 1994.

Mills, W.B. et al, *Water Quality Assessment : A screening procedure for Toxic and Conventional Pollutants in Surface and Ground Water*,. EPA /600/6-85/002a .US EPA , Athens, GA, USA, 1985.

Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, *Strategia d'azione ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia*, dipartimento per lo sviluppo sostenibile e per le politiche del Personale e degli Affari Generali – Direzione per lo Sviluppo Sostenibile, 2002, pp.14-21.

Olson Harry F., *Acoustical Engineering*, 1991.

O'Neill R.V. et al., *Monitoring Environmental Quality at the Landscape scale*, Biosciences, American Institute of Biological Sciences, Washington DC, Novembre 1997.

Ott J., *Problemi attuali e nuove prospettive di protezione della biodiversità: l'esempio della Germania* in Biodiversità Estinzione e Conservazione, Utet 1999

Pazienti M., *Lo studio di Impatto Ambientale: elementi per un manuale*, Franco Angeli, Milano, 1991.

Roasio R., Bentivogli D., Boschi M.P., *Suoli ed ecosistemi*, Cappelli editore 1999

Rosenberg D.K., Barry R., Meslow E.C., *Biological Corridors: Form, Function and Efficacy*, Biosciences, American Institute of Biological Sciences, Washington DC, settembre 1997.

Sacchi A., Cagliaris G., *Illuminotecnica e Acustica*, UTET, Torino, 1995.

Sandrucci M., *La geomorfologia negli studi d'impatto ambientale, il caso delle infrastrutture lineari di trasporto*, Geol.Tecn. e Amb., n.2, 1993.

Schmidt P., Malcevschi S., *Guida pratica agli studi di impatto ambientale*, Il Sole 24 ore, 1998.

Spellerberg I.F., *Evaluation and Assessment for Conservation: ecological guidelines for determining priorities for nature conservation*, Chapman and Hall, London, 1992.

Susmel L., *Principi di ecologia*, Ed. Cleup, Padova, 1988.

Treweek J., *Ecological Impact Assessment*, London, Blackwell Science, 1999.

US Fish and Wildlife Service, *Habitat Evaluation Procedure (HEP)*, ESM 102, Division of Ecological Services, Department of the Interior, Washington, DC, 1980.

Van der Leeden F., Troise F.L., Todd D.K., *The Water Encyclopedia*, Lewis Publishers, Chelsea, MI, USA, 1990.

Varnes D.J., *Slope movements types and processes*, Schuster R.L. & Krizek R.J. Ed.-Landslide, analysis and control, Transportation Research Board Sp. Rep. n. 176, Nat. Acad. of Sciences, 1978.

Vismara R., *Ecologia Applicata*, Hoepli, Milano, 1992.

Zapponi G., Valente P., Bellante De Martis G., in *Valutare l'ambiente*, La Nuova Italia scientifica - NIS, Roma, 1990.

Riferimenti Normativi

D.lgs. 18 Agosto 2000, n. 258, "Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999 n.152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 1".

Siti web

<http://www.arpa.veneto.it/agf/cem.htm>

<http://www.arpapiemonte.it/StatoAmbiente2001.htm>

<http://www.edilitaly.com/geoex.htm>

<http://www.frascati.enea.it/radioprotezione/htm>

<http://www.ilr.it/Ilr/Safety.htm>

<http://www.mclink.it/com/airs.htm>

http://www.medlav.unimo.it/ov/fdr_raio.htm

<http://www.minambiente.it>
http://www.vega.dfc.unifi.it/radioniz_gen.html
<http://digilander.libero.it/enrlana/biosp2.htm>
<http://www.analistiambientali.org/savia>
<http://www.parcotaro.it/acquacorrente/ita/01-02-05-00.asp#>
<http://www.portalesila.it/terraterra/ecods/biodisp.html>
<http://www.sinanet.anpa.it/aree/Idrosfera/acqueinterne>
<http://www.sinanet.anpa.it/aree/Idrosfera/AcqueInterne/Sotterranee.asp>

Parte IV

A.A.V.V., *Handbook of Environmental Impact Assessment (Vol. 1-2)*, edited by Judith Petts, Centre for Environmental Research and Training, University of Birmingham, 1999.

Aikins J. S., *Prototypical Knowledge for Expert Systems*, Artificial intelligence 20, 1983, pp.163-210.

Alberti M., Bettini V., Bollini G., Falqui E., *Metodologie di valutazione dell'impatto Ambientale*, CLUP, 1988.

Antonelli L., Nava G., Maffiotti A., (con la collaborazione di: Cadum E., Grosa M., Fogola J., Lollobrigida F., Sesia E.), *Metodo di integrazione e normalizzazione del giudizio di qualità ambientale per la valutazione di set eterogenei di parametri*, ARPA Piemonte, in stampa.

Bailey, R.G., *Ecosystem Geography*, Springer-Verlag, New York, 1996.

Bailey, R.G., P.E. Avers, T.King, and W.H. McNab, *Ecoregions and Subregions of the United States (map)*, Washington, DC, U.S. Geological Survey, 1994.

Bonnet A., *Expert Systems*, 1988.

Bresso M., *Per un'economia ecologica*, La Nuova Italia Scientifica, 1993.

Bresso M., Gamba G., Zeppetella A., *Valutazione ambientale e processi decisionali*, Ed. La Nuova Italia Scientifica – NIS, 1992.

Bresso M., Russo R., Zeppetella A., *Analisi dei progetti e valutazione di impatto ambientale*, Franco Angeli Editore, 1988.

Bruschi S., Gisotti G., *Valutare l'Ambiente, Guida agli studi di Impatto Ambientale*, La Nuova Italia Scientifica, 1990.

Canter L., *Environmental Impact Assessment*, New York, Mc Graw Hill, 1996.

Capellini R., Laniado E., *La Valutazione di Impatto ambientale*, Franco Angeli editore, 1992.

De Bellis C., Tesi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, svolta presso Politecnico di Torino e ARPA Piemonte Coordinamento VIA/VAS, *Valutazione delle criticità ambientali prodotte sul sistema montano dalla realizzazione dei principali interventi relativi ai Giochi Olimpici "Torino 2006"*, Marzo 2002.

Dee N. et al., *Planning Methodology for Water Quality Management : Environmental Evaluation System*, Battelle-Columbus Laboratories, Columbus (Ohio), July 1973.

ECOPLAN S.p.A., *Metodo di analisi degli impatti sulle componenti naturali negli studi di impatto ambientale relativi ad infrastrutture lineari di trasporto*, 1993, 1994.

Finzi G., *Modelli per la previsione e la gestione della qualità dell'aria*, Milano, CUSL, 1989, pp. 48-49.

Hayes-Roth F., Waterman D.A., Lenat D., *Building in Expert Systems*, Reading, Mass, Addison-Wesley, 1983.

Henley E.J., Kumamoto H., *Probabilistic risk assessment*, IEEE Press, NY, 1992.

Laird J., Newell A., Rosenbloom P., *SOAR: an Architecture for General Intelligence*, Artificial Intelligence n. 33, 1987.

Lawrence D.P., *Cumulative Effects Assessment at the Project Level in Impact Assessment*, 1994.

Marchetti R., *Ecologia Applicata* Ed. Città Studi, 1998.

McCormick N.J., *Reliability and risk analysis*, Academic Press, New York, 1981.

Rosenbloom, P., Laird J., Newell A. in: Maes, P. Nardi, *Meta-Level Architectures and Reflection*, North Holland, 1988.

Vismara Renato, *Ecologia Applicata*, Milano, Hoepli Editore, 1992.

Riferimenti Normativi

Decreto Legislativo n. 152/99 del 11 Maggio 1999, "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento da nitrati da fonti agricole", G.U. 29/5/99, n. 124, S.O.

Decreto Ministeriale n. 60 del 2/4/02, "Recepimento della direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio", G.U. 13/4/02, n. 87, S.O.

Parte V

Testi

A.A.V.V. *Indagine sui Rifiuti Urbani prodotti nel 1991. Bonifica e validazione dei dati MUD 1999 (produzione 1998)*, svolto dall'ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi, 1999.

A.A.V.V., - *Rapporto rifiuti 2001 ANPA – ONR*, 2001.

Alberti M., Parker J., *Gli Indicatori di Sostenibilità Ambientale*, in G. Conte, G. Melandri (a cura di), *Ambiente Italia'93*, Koiné Edizioni, Roma, 1993.

Andreone F., R. Sindaco, *Erpetologia del Piemonte e della Valle d'Aosta – Atlante degli anfibi e dei rettili*; Monografia XXVI, Museo Regionale di Scienze Naturali Torino, 1998.

ANPA ARPA Piemonte, *Paesaggi rurali di domani, la gestione degli ecosistemi agro-silvo-pastorali e la tutela della connettività ecologica del territorio extraurbano- Workshop Torino, CEDAP, 10 settembre 1999.*

ANPA, *Il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Italia. Esigenze e disponibilità di elementi conoscitivi*, serie stato dell'Ambiente 7/2000.

ANPA, *Manuale I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica*, 2001.

ANPA, *Programma triennale ANPA, Progetto Monitoraggio reti ecologiche, sintesi casi di studio*, 1998-2001.

ANPA, *Rassegna di indicatori ed indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale*. RTI CTN AGF, 4/2000.

ANPA, *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla Biosfera*, 2000.

ARPA E.R.–FISIA–TEI–WRc, *Sottoprogetto n.2.1, Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee - Caratterizzazione degli ecosistemi e valutazione della differenza tra situazione attuale e potenziale e delle principali criticità (escluso Delta Po)*, 1997.

ARPA Piemonte, Dipartimento di Torino, e Regione Piemonte, Assessorato all'ambiente e lavori pubblici, Direzione Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche – *Modellizzazione di un corso d'acqua: il Torrente Banna*; Dicembre 2000.

ARPA Piemonte, Dipartimento Sub Provinciale di Ivrea Polo Regionale Radiazioni Ionizzanti, *La radioattività ambientale in regione Piemonte – anni 1993-1999*.

ARPA Piemonte, *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Piemonte*, Torino 2001

ARPA, Dipartimento di Torino, *Monitoraggio degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane*, Torino 1999.

Autorità di Bacino del fiume Po, ARPA E.R., FISIA, TEI & WRc, *Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee*, 1997.

Bona F., Cecconi G., Maffiotti A., *An integrated approach to assess the benthic quality after sediment capping in Venice lagoon*, Aquatic Ecosystem Health and Management, 2000, pp.379-386.

Bechis S., *Piemonte: le iniziative a favore delle risorse rinnovabili*. Newsletter di ISES Italia, Anno VIII – n° 2, 2001.

Boeris Frusca S., Tesi di laurea in Scienze Naturali, svolta presso ARPA Piemonte Coordinamento VIA/VAS e Università degli Studi di Torino, *“Un nuovo metodo per la valutazione integrata della qualità ambientale: applicazione ai Biotopi piemontesi”*, Luglio 2002.

Bosio I., *Spandimento liquami in agricoltura: la situazione nella Provincia di Cuneo*, Master Europeo Ambientale CESMA, Anno Accademico 1997/1998.

Brichetti P., Gariboldi A., *Manuale pratico di ornitologia*, Edagricole, 1997.

Daniel K. Rosenberg, Barry R. Noon and E. Charles Meslow; *Biological Corridors: Form, Function and Efficacy* - Biosciences , American Institute of Biological Sciences, Washington DC, Settembre, 1997.

De Biaggi E., T. Stoppa, M. Scotta, *Proposta per una suddivisione del Piemonte in settori eco – geografici*, Riv. Piem. St. Nat. n.11, 1990, pp.3-40.

ECOPLAN S.p.A., *Metodo di analisi degli impatti sulle componenti naturali negli studi di impatto ambientale relativi ad infrastrutture lineari di trasporto*, 1993-1994.

EEA (European Environmental Agency), *Environment in the European Union at the turn of the Century. Environmental assessment Report*, Copenhagen, 1999.

EEA, *Eu State of Environment Report 1998, Guidelines for Data Collection and Processing*, Final Draft, 1998.

EEA, *Europe's Environment. The Dobris Assessment*, Copenhagen, 1995.

Elenco delle specie citate per le peschiere di Pralormo da G. Abbà in *La flora del territorio alla sinistra del Tanaro*, Allionia vol. 22, 1977, pp. 221-277.

European Commission, *An European System of Environmental Pressure Indices. First Volume of the Environmental Pressure Indices Handbook: the indicators*, Draft of April, Joint Research Centre, Institute

for System, Informatics and Safety (ISIS), 1999.

European Commission, *Towards a European Set of Environmental Headline Indicators*, draft, jointly prepared by EEA & Eurostat, Bruxelles, 1999.

Farina Almo, *Principles and methods in landscape ecology*, Chapman & Hall, 1998.

Franco D., *Le siepi ed il paesaggio* – Agricoltura ed ambiente, Ambiente risorse salute scienza e governo, Aprile 1993.

Genio rurale, Rivista di scienze dell'estimo e del territorio, *Ecologia del paesaggio*, n.4 Anno LV, Aprile 1992.

Ghetti P.F., *Manuale di applicazione. Indice Biotico Esteso (I.B.E.) – I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*, Provincia autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la protezione dell'Ambiente, 1997.

IRES, *Piemonte economico e sociale 1999*, 2000.

ISTAT, *Glossario dei termini presenti sull'Annuario Statistico Italiano*, 2000.

ISTAT, *Statistiche del turismo, Anno 1997*, annuari, 1999.

ISTAT, *Statistiche dell'agricoltura, Anno 1999*, annuari, 1999.

ISTAT, *Statistiche del turismo, Anno 1998*, annuari, 1999.

Malcevschi S., *Indicatori Eterogenei e Bilancio d'Impatto Ambientale. Elementi per un Paradigma di Collegamento*, a cura di Schmidt Friedberg P., *Gli indicatori ambientali: valori, metri e strumenti nello studio d'impatto ambientale*, Angeli Editore, 1997.

Marchetti Roberto *Ecologia Applicata*, Ed. Città Studi, 1998.

Mingozzi T., G. Boano, C. Pulcher, *Atlante degli uccelli nidificanti in Piemonte e Valle d'Aosta 1980 – 1984*; Monografia VIII – Museo Regionale di Scienze Naturali – Torino, 1988.

Ministero dell'Ambiente, *Biodiversità e Protezione della Natura*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1997.

Ministero dell'Ambiente, *III Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Italia*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1997.

Ministero dell'Ambiente, *Linee Guida per la Valutazione Ambientale Strategica (VAS). Fondi strutturali 2000-2006*, supplemento al mensile "L'Ambiente informa", n. 9. 1999.

Ministero dell'Ambiente, *Repertorio della fauna italiana protetta 1999*, Istituto poligrafico e zecca dello stato, 1999.

Odum E. P., *Basi di ecologia*, Piccin, Padova 1988.

OECD, *Environmental data, Données Oecd sur l'environnement, Compendium*, Paris, 1995.

OECD, *Environmental indicators. Endicateurs d'Environnement, Compendium*, Paris, 1994.

O'Neill R. V. et al., *Monitoring Environmental Quality at the Landscape scale* - Biosciences, American Institute of Biological Sciences, Washington DC, Novembre 1997.

Pavignano I., C. Giacoma, *Osservazioni sulla distribuzione e sul comportamento riproduttivo degli anfibii presenti in un'area della pianura piemontese*, Riv. Piem. St. Nat. n. 7, 1986, pp.153-171.

Pavignano I., C. Giacoma, *Una valutazione ecologica dello stato di conservazione delle zone umide minori della Pianura Piemontese*, Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Atti del Convegno Nazionale dell'Associazione Alessandro Ghigi per la biologia dei Vertebrati, Torino 22-24 giugno 1989.

Piccini C. & Salvati, *Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale"* (Roma 26-27 novembre 1998) Serie Atti/2 ANPA, 1999.

Poldini L., Pertot M., Dip. Di Biologia dell'Università di Torino, *Criteri di indicizzazione del valore naturalistico sull'esempio del Carso triestino – Goriziano*, *Informatore Botanico Italiano*, Vol.21, 1981.

Provincia di Torino e A.R.P.A. Piemonte, *"Linee guida per la classificazione acustica comunale"*, 1990.

Roasio R., D. Bentivogli, M.P. Boschi; *Suoli ed ecosistemi*, Cappelli editore, 1999.

Regione Piemonte - Assessorato all'Ambiente, Cave e Torbiere, Energia, Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo – *Protezione delle acque sotterranee destinate al consumo umano: proposta di linee guida per definire le zone di rispetto intorno ai pozzi*, Torino, 1997.

Regione Piemonte – Direzione Programmazione e Statistica, Unione Camere di Commercio Industria Artigianato Agricoltura del Piemonte, *Piemonte in cifre anno 2001*, 2001.

Regione Piemonte, *2° Piano Regionale dei Trasporti e delle Comunicazioni*, settembre 1997.

Regione Piemonte, ARPA Piemonte, *L'esposizione ai campi elettromagnetici, pericoli, valutazioni e normative*, 1997.

Regione Piemonte, Assessorato Economia montana e foreste; *I tipi forestali del Piemonte* – Torino, Settembre 1997.

Regione Piemonte, Direzione Industria – Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva; *Documento di Programmazione delle Attività Estrattive D.P.A.E.*, 2000.

Regione Piemonte, Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche 2000 (situazione al 1999 su scala regionale e di ATO) *Infrastrutture del Servizio Idrico In Piemonte* – situazione attuale e prospettive future, 2000.

Regione Toscana – Dipartimento agricoltura e foreste – Posizione di ricerca n. 64 "Valutazione Risorse Ambientali", *Progetto sistemi territoriali – norme tecniche per il rilevamento dei suoli*, 1994.

Saaty T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, New York, 1980.

Schmidt di Friedberg P., *Gli indicatori ambientali. Valori, metodi e strumenti nello studio di impatto ambientale*, Milano, Franco Angeli, 1987.

Schmidt P. di Friedberg e S. Malcevski, *Guida pratica agli studi di impatto ambientale*, Milano, 1998.

Vismara R., Zavatti A., *Indicatori e scale di qualità. L'analisi della componente floristico – vegetazionale nel quadro ecosistemico delle procedure di VIA*, Pitagora Editrice Bologna, 1996.

World Resource Institute (WRI), *Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development*, World Resource Institute, 1995.

Zeppetella A., Bresso M., Gamba G., *Valutazione ambientale e processi di decisione. Metodi e tecniche di autovalutazione di impatto ambientale*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1993.

Zonnenveld I.S.– *The land unit, a fundamental concept in landscape ecology and its applications* – *Landscape ecol.* Vol. 3 n. 2, 1989, pp.67-86.

Riferimenti Normativi

D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", (Suppl. Ord. alla G.U. del 29/5/99, n.124).

D. lgs. 4 agosto 1999 n. 351, "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente (G.U. 13 ottobre 1999, n. 241)".

D.lgs. 17 agosto 1999 n. 334 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose".

D.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22, "Attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio".

D.P.R. 357/97, "Regolamento di attuazione della direttiva 92/43/CEE" (Gazzetta Ufficiale Italiana n. 248 del 23/10/1997).

Decisione 90/140/CEE.

Decreto Legislativo 18 Agosto 2000, n. 258 "Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento a norma dell'art.1 comma 4 della legge 24 aprile 1998 n. 128".

Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio".

Delibera del 2/12/1996: Approvazione del programma operativo per la Carta della Natura (Gazzetta Ufficiale Italiana n. 142 del 20/6/1997).

Dir. 92/43/CEE, *Direttiva Habitat* (Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. 207 del 22/7/92).

Direttiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente la "valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente".

Direttiva 97/62/CEE, "adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE" (Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. 305 del 8/11/97).

Direttiva Comunitaria 79/409/CEE, *Direttiva Uccelli*.

Direttiva Comunitaria del 27 giugno 1985, n. 85/337/CEE.

DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

DPCM 377 del 10 agosto 1988 "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale".

DPCM del 27 dicembre 1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10 agosto 1988, n. 377"

DPR 12/04/1996 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n.146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale".

L. 394/91, "Legge quadro sulle aree protette".

L.Q."Legge Quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 26 ottobre 1995.

L.R. 12/90, "Nuove norme in materia di aree protette (B.U. n.14 del 4/4/1990).

L.R. 30 aprile 1996, n. 22 – "Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee, B.U. 8 maggio 1996, n. 19)".

L.R. 7 aprile 2000, n.42, "Bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati (art.17 del D Lgs 22/97, da ultimo modificato dalla L. 426/98), approvazione del Piano Regionale di bonifica delle aree inquinate, abrogazione della L.R.71/952".

L.R. del 20 ottobre 2000 n. 52 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico".

L.R. del 7 aprile 2000 n.43 "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano Regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria".

L.R. n. 40 del 14/12/98 "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione" e successive integrazioni e modifiche.

L.R. 47/95, "Norme per la tutela dei Biotopi" (G.U. n.15 del 12/4/1995), 1995.

Ministero dell'Ambiente,1999. Decreto Ministeriale n. 471 – "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art. 17 del D.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22 e successive modificazioni e integrazioni". Suppl. ordinario n.218/L alla G.U. n. 293 del 15 dicembre 1999.

Regolamento CEE n.1973/97, *Life* (Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 248 del 23/10/97).

Regolamento n° 16 del 2001 *Valutazione d'Incidenza*.

Siti web:

<http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it>

<http://www.arpa.piemonte.it>

<http://www.piemonteincifre.camcom.it>

<http://www.regione.piemonte.it>

<http://www.sinanet.anpa.it>

<http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/qaria/biomo.asp#Lineeguida>

<http://www.europa.eu.int>

<http://www.istat.it/>

<http://www.minambiente.it/sito/home.asp>

http://www.minambiente.it/sito/settori_azione/scn/rete_natura2000/rete_natura2000.asp

<http://www.regione.sardegna.it/confsicita/bianco-loj.html>

www.regione.piemonte.it/repertorio/elenco_dati_scaricabili

Parte VI

Testi

Allen T.F.H., Starr T.B., *Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity*, Chicago, The University of Chicago Press, 1982.

Block W.M., Brennan L.A., Gutierrez R.J., *Evaluation of guild-indicator species for use in resource management*, *Environmental Management*, II (2), 1987, pp.265-269.

European Commission, *Assessment of plan and projects significantly affecting Natura 2000 sites, Methodological guidance on the provision of artiche 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC*, Luxembourg, Office for Official Publication of the European Communities, 2002.

European Commission, *Managing Natura 2000 sites: The provisions of Article 6 of the 'Habitats' Directive 92/43/EEC*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2000.

Fuller R.J., Stuttard P., C.M. Ray, *The distribution of breeding songbirds within mixed coppiced woodland in Kent, England in relation to vegetation age and structure*, *Annales Zoologici Fennici* n. 26, 1989, pp.265-275.

Nilsson C., Grelsson G., *The fragility of ecosystems – a review*, Journal of Applied Ecology, 32(4), 1995, pp.677-692.

Okey B.W., *System approaches and properties and agroecosystem health*, Journal of Environmental Management, 48, 1996, pp.187-199.

Rivella Enrico, *Valutazione Ecosistemi Terrestri*, Torino, www.ocs.polito.it.

Root R., *The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher*, Ecological Monographs n.37, 1967, pp.317-350.

Short H.L., Burnham K.P., *Technique for structuring wildlife guilds to evaluate impacts on wildlife communities*, Special scientific report on wildlife 244, US Fish and Wildlife Service, 1982.

Spellerberg I.F., *Monitoring Ecological Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.

Treweek J., *Ecological Impact Assessment*, London, Blackwell Science, 1999.

US Council on Environmental Quality, *National Environmental Policy Act – Final Regulations*, Federal Register n. 43(230), 1978, pp.55978-56007.



SFERA - PUNTO DI DOMANDA - PIRAMIDE

La *sfera* rappresenta idealmente l'insieme delle strutture e delle istituzioni che operano nella tutela dell'ambiente.

Il *punto di domanda* evidenzia la volontà di conoscere.

La *piramide* rappresenta idealmente il punto di confluenza delle energie poste nella ricerca delle risposte.