



Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali



Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e l'Arte Contemporanea

**Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)**

***Indirizzi metodologici generali***

***(Capitoli 1-2-3-4-5)***

***Rev.1 del 16/06/2014***



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

Titolo	Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)
Autore	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali
Oggetto	Progetto di Monitoraggio Ambientale
Argomenti	Monitoraggio Ambientale; Valutazione Impatto Ambientale
Parole chiave	Monitoraggio; Valutazione Impatto Ambientale; VIA; PMA; Linee Guida.
Thesaurus	-
Descrizione	Indirizzi metodologici generali per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.).
Responsabile pubblicazione	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali
Contributi	ISPRA, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo
Data stesura	2013-12-18
Data aggiornamento	2014-06-16
Versione	1
Tipo	Documento testuale
Formato dei dati	.pdf
Nome e versione del software	Adobe Acrobat
Identificatore	-
Origine	Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) rev.2 del 2007
Lingua dei dati	ITA
Riferimenti/Relazioni	-
Commenti	-
Copertura	-
Diritti	Accesso libero
Dimensione	538 Kbyte
Lingua del metadato	ITA
Responsabile del metadato	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali

## INDICE

<b>1. ACRONIMI E DEFINIZIONI.....</b>	<b>4</b>
<b>2. SCOPO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3. AMBITO DI APPLICAZIONE DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. IL MONITORAGGIO AMBIENTALE NELLA VIA .....</b>	<b>6</b>
4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI COMUNITARI .....	6
4.2. RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI .....	9
4.2.1. D.Lgs.152/2006 E S.M.I. ....	9
4.2.2. D.Lgs.163/2006 E S.M.I. ....	10
4.3. OBIETTIVI ED ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	11
<b>5. INDIRIZZI METODOLOGICI GENERALI PER LA PREDISPOSIZIONE DEL PMA .....</b>	<b>13</b>
5.1. REQUISITI E CRITERI GENERALI .....	13
5.2. AREE DI INDAGINE.....	17
5.3. STAZIONI/PUNTI DI MONITORAGGIO .....	19
5.4. PARAMETRI ANALITICI .....	20
5.5. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE ATTIVITÀ.....	25
5.6. RESTITUZIONE DEI DATI .....	25
5.6.1. RAPPORTI TECNICI E DATI DI MONITORAGGIO.....	26
5.6.2. DATI TERRITORIALI GEOREFERENZIATI .....	30
5.7. METADOCUMENTAZIONE.....	31
5.8. STRUMENTI PER LA CONDIVISIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO.....	31
<b>6. INDIRIZZI METODOLOGICI SPECIFICI PER COMPONENTE/FATTORE AMBIENTALE</b>	
6.1. ATMOSFERA	
6.2. AMBIENTE IDRICO	
6.3. SUOLO E SOTTOSUOLO	
6.4. BIODIVERSITÀ	
6.5. AGENTI FISICI	
6.6. PAESAGGIO E BENI CULTURALI	

## 1. Acronimi e definizioni

AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
Autorità Competente	La pubblica amministrazione cui compete l'adozione dei provvedimenti conclusivi in materia di VIA. In sede statale, l'autorità competente è il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
AO	Ante Operam
CO	Corso d'Opera
CTVIA	Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS
DVA	Direzione per le Valutazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
LLGG	Linee Guida
MA	Monitoraggio Ambientale
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MiBACT	Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Proponente	Il soggetto pubblico o privato che elabora il progetto
PMA	Progetto di Monitoraggio Ambientale: documento previsto dall'Allegato XXI del D.Lgs.163/2006 tra gli elaborati del Progetto definitivo ed esecutivo e dal D.Lgs.152/2006 tra i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale
PO	Post Operam
SIA	Studio di Impatto Ambientale
Sito MATTM	Sito <a href="http://www.minambiente.it">www.minambiente.it</a> del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.
Portale delle Valutazioni Ambientali VAS-VIA	Sito <a href="http://www.va.minambiente.it">www.va.minambiente.it</a> della Direzione per le Valutazioni Ambientali - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; sito web dell'autorità nazionale competente per le procedure di VIA e VAS
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale

## **2. Scopo del documento**

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Il presente documento, redatto con la collaborazione dell'ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, è finalizzato a:

- fornire al Proponente indicazioni metodologiche ed operative per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA),
- stabilire criteri e metodologie omogenei per la predisposizione dei PMA affinché, nel rispetto delle specificità dei contesti progettuali ed ambientali, sia possibile il confronto dei dati, anche ai fini del riutilizzo.

Il documento rappresenta l'aggiornamento delle esistenti "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443) – Rev.2 del 23 luglio 2007" predisposte dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale e potrà essere soggetto a successive modifiche e integrazioni in relazione all'evoluzione della pertinente normativa di settore e dei progressi tecnico-scientifici in ambito comunitario e nazionale.

Nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche in materia di valutazione ambientale ai sensi dell'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., il documento costituisce atto di indirizzo per lo svolgimento delle procedure di Valutazione d'Impatto Ambientale, in attuazione delle disposizioni contenute all'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

### 3. Ambito di applicazione del documento

Il presente documento fornisce indicazioni metodologiche ed operative per la predisposizione del PMA relativo ai progetti sottoposti a procedura di VIA in sede statale (Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) e si applica anche ai progetti relativi alle infrastrutture e insediamenti produttivi strategici (Legge Obiettivo 443/2001), secondo le procedure previste dal D.Lgs.163/2006.

Il livello progettuale di riferimento ed il conseguente livello di approfondimento dei contenuti del PMA è relativo al progetto definitivo così come individuato all'art.5, lettera h) del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

Per le opere sottoposte a VIA in sede statale (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.), nelle more della definizione di nuove norme tecniche per la predisposizione degli Studi di Impatto Ambientale, il PMA sarà incluso nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) predisposto ai sensi del DPCM 27.12.1988.

Per le infrastrutture e insediamenti produttivi strategici (Legge Obiettivo 443/2001), in accordo con l'Allegato XXI – Sezione II al D.Lgs.163/2006 e s.m.i., il PMA costituisce parte integrante del progetto definitivo.

### 4. Il Monitoraggio Ambientale nella VIA

#### 4.1. Riferimenti normativi comunitari

Nell'ambito delle direttive comunitarie che si attuano in forma coordinata o integrata alla VIA (art.10 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.), per prima la **direttiva 96/61/CE** sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento per talune attività industriali ed agricole (sostituita dalla direttiva 2008/1/CE ed oggi confluita nella direttiva 2010/75/UE sulle emissioni industriali) e successivamente la **direttiva 2001/42/CE** sulla Valutazione Ambientale Strategica di piani e programmi, hanno introdotto il MA rispettivamente come parte integrante del processo di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio di un impianto e di controllo sugli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi.

Con la direttiva sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento sono stati introdotti i principi generali del monitoraggio ambientale definiti nel Best Reference Document "*General Principles of Monitoring*" per assolvere agli obblighi previsti dalla direttiva in merito ai requisiti di monitoraggio delle emissioni industriali alla fonte.

Nell'ambito dei procedure di AIA le attività di monitoraggio e controllo delle emissioni si concretizzano nel Piano di Monitoraggio e Controllo in cui sono specificati i requisiti per il controllo sistematico dei parametri ambientali di rilievo per l'esercizio di un impianto con le finalità principali di verifica della conformità dell'esercizio dell'impianto alle prescrizioni e condizioni imposte nell' AIA e di comunicazione dei dati relativi alle emissioni industriali (reporting) alle autorità competenti.

Pur nelle diverse finalità e specificità rispetto alla VIA, il citato documento sui principi generali del monitoraggio ambientale contiene alcuni criteri di carattere generale validi anche per la VIA (ottimizzazione dei costi rispetto agli obiettivi, valutazione del grado di affidabilità dei dati, comunicazione dei dati) che sono stati tenuti in considerazione nelle presenti Linee Guida.

Anche nella direttiva sulla Valutazione Ambientale Strategica, il monitoraggio ambientale costituisce parte integrante del processo di elaborazione del piano/programma, dalla fase preliminare sino alla sua attuazione, ed ha l'obiettivo di *"...verificare la capacità dei piani e programmi attuati di fornire il proprio contributo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale, identificando eventuali necessità di riorientamento delle decisioni qualora si verificano situazioni problematiche"*<sup>1</sup>. Il monitoraggio ambientale nella VAS si concretizza nella definizione di un sistema di indicatori di contesto e di processo, adeguati e popolabili alla scala territoriale del piano/programma, attraverso i quali monitorare gli effetti correlati agli obiettivi di sostenibilità ambientale.

Sebbene la direttiva VAS non definisca criteri e requisiti minimi comuni per il monitoraggio ambientale, delegando gli Stati membri ad adottare gli approcci e i criteri più appropriati per i diversi piani/programmi, gli indicatori rappresentano strumenti la cui efficacia per il monitoraggio ambientale nella VAS è ormai condivisa e per i quali sono disponibili metodologie consolidate a livello europeo, nazionale<sup>2</sup> e locale.

La direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati introduce importanti novità in merito al monitoraggio ambientale, riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla

---

<sup>1</sup> Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali, ISPRA, *Indicazioni metodologiche e operative per il Monitoraggio VAS – Ottobre 2012* ([www.va.minambiente.it](http://www.va.minambiente.it) , sezione Studi di settore - VAS)

<sup>2</sup> ISPRA, *Il Catalogo obiettivi-indicatori 2011* ([www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it), sezione Temi - VAS)

costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisti e alla adozione di opportune misure correttive. La direttiva 2014/52/UE stabilisce inoltre che il monitoraggio:

- non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali per evitare oneri ingiustificati; proprio a tale fine è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali.
- è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità (tipo di parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

Anche i contenuti dello SIA (Allegato IV alla direttiva 2014/52/UE) devono essere integrati con la descrizione delle eventuali misure di monitoraggio degli effetti ambientali negativi significativi identificati, ad esempio attraverso un'analisi ex post del progetto<sup>3</sup>.

Come già consolidato a livello tecnico-scientifico, il monitoraggio ambientale nella VIA rappresenta l'insieme di attività da porre in essere successivamente alla fase decisionale (*EIA follow-up*<sup>4</sup>) finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia attraverso dati quali-quantitativi misurabili (parametri), evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale. Il *follow-up* comprende le attività riconducibili sostanzialmente alle seguenti quattro principali fasi:

1. **Monitoraggio** – l'insieme di attività e di dati ambientali caratterizzanti le fasi antecedenti e successive la realizzazione del progetto;
2. **Valutazione** – la valutazione della conformità con le norme, le previsioni o aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
3. **Gestione** – la definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
4. **Comunicazione** – l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

---

<sup>3</sup> L'analisi ex post del progetto ("*post project analysis*") è richiamata nella Convenzione di Espoo sulla VIA in un contesto transfrontaliero (art. 7 e Appendice V) e comprende sostanzialmente le attività comprese nell' *EIA follow-up*

<sup>4</sup> Morrison-Saunders A., R.Marshall and J.Arts, *EIA Follow-Up International Best Practice Principles*. Special Publication Series No. 6. Fargo, USA: International Association for Impact Assessment, 2007.



## 4.2. Riferimenti normativi nazionali

### 4.2.1. D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

Il DPCM 27.12.1988 recante "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale", tutt'ora in vigore in virtù dell'art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche, prevede che *"...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni"* costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il D.Lgs.152/2006 e s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell'Allegato VII) come *"descrizione delle misure previste per il monitoraggio"* facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell'ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA.

Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) che *"contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti"*. In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell'autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate,
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera,
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare,

a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate,

- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

#### **4.2.2. D.Lgs.163/2006 e s.m.i.**

Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale.

Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al D.Lgs.163/2006 e s.m.i.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g),
- la relazione generale del progetto definitivo " *...riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascun componente impattata e con la motivazione per l'eventuale esclusione di taluna di esse*" (art.9, comma 2, lettera i),
- sono definiti i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale, e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):
  - a) *il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;*
  - b) *il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:*

- *analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;*
- *definizione del quadro informativo esistente;*
- *identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;*
- *scelta delle componenti ambientali;*
- *scelta delle aree da monitorare;*
- *strutturazione delle informazioni;*
- *programmazione delle attività.*

Per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere strategiche e considerata la rilevanza territoriale e ambientale delle stesse, l'allora "Commissione Speciale VIA" ha predisposto nel 2003, e successivamente aggiornato nel 2007, le "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 163/2006"<sup>5</sup> che rappresentano un utile documento di riferimento tecnico per la predisposizione del PMA da parte dei proponenti e per consentire alla Commissione stessa di assolvere con maggiore efficacia ai propri compiti (art.185 del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

#### **4.3. Obiettivi ed attività di Monitoraggio Ambientale**

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici<sup>6</sup> e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

Ai sensi dell'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il MA rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e

---

<sup>5</sup> Commissione Speciale VIA, *Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 163/2006, rev.2, 2007* ([www.va.minambiente.it](http://www.va.minambiente.it) , sezione Studi di settore VIA)

<sup>6</sup> Nella definizione dell'Agenzia Europea per l'Ambiente con il termine monitoraggio si intende la "periodica o continua rilevazione, valutazione e determinazione dei livelli dei parametri ambientali e/o dell'inquinamento ambientale al fine di prevenire effetti negativi e dannosi per l'ambiente. Include anche la previsione di possibili variazioni nell'ecosistema e/o nella biosfera nel complesso".

tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Al pari degli altri momenti salienti del processo di VIA (consultazione, decisione), anche le attività e gli esiti del monitoraggio ambientale sono oggetto di condivisione con il pubblico; per garantire tale finalità le Linee Guida stabiliscono requisiti per i formati con cui le informazioni ed i dati contenuti nel PMA e per quelli derivanti dalla sua attuazione dovranno essere forniti dal proponente per la comunicazione e per l'informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico) e per il riuso degli stessi per altri processi di VIA o come patrimonio conoscitivo comune sullo stato dell'ambiente e delle sue evoluzioni.

Gli **obiettivi del MA** e le conseguenti **attività** che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

1. verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (**monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base**)
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (**monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali**); tali attività consentiranno di:
  - a) verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
  - b) individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

## 5. Indirizzi metodologici generali per la predisposizione del PMA

### 5.1. Requisiti e criteri generali

Gli indirizzi metodologici ed i contenuti specifici del PMA forniti nel presente documento sono stati impostati in relazione all'obiettivo di fornire i requisiti generali che possono essere ritenuti validi ed applicabili a tutte le tipologie di progetti e contesti ambientali in quanto l'estrema variabilità dei diversi specifici aspetti propri di ciascun progetto/contesto ambientale non può consentire la definizione di contenuti rigidamente prefissati.

Le diverse sezioni del documento individuano i contenuti "*minimi*", che dovranno essere adeguatamente tarati e sviluppati dal proponente in stretta relazione alle specificità del progetto, del contesto e degli impatti ambientali stimati nell'ambito dello SIA.

In tale logica, il PMA rappresenta un elaborato che, seppure con una propria autonomia, deve garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (*ante operam*) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (*in corso d'opera e post operam*).

Per consentire al proponente di disporre di una cornice di riferimento dei contenuti fondanti del PMA, si forniscono nel seguito alcuni requisiti "*minimi*" fondamentali che l'elaborato dovrà soddisfare per rispondere alle finalità previste dalla normativa vigente ed al tempo stesso per essere tecnicamente e realisticamente attuabile, anche in termini di costi-benefici:

- il PMA ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera: il Proponente non è pertanto tenuto a programmare monitoraggi ambientali connessi a finalità diverse da quelle indicate al Cap.4.3 ed a sostenere conseguentemente oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all'opera in progetto;
- il PMA deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA (estensione dell'area geografica interessata e caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette ad

impatti significativi; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità degli impatti); conseguentemente, l'attività di MA da programmare dovrà essere adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc.;

- il PMA deve essere, ove possibile, coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente. Tale condizione garantisce che il MA effettuato dal proponente non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti con finalità diverse dal monitoraggio degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto; nel rispetto dei diversi ruoli e competenze, il proponente potrà disporre dei dati e delle informazioni, dati generalmente di lungo periodo, derivanti dalle reti e dalle attività di monitoraggio ambientale, svolte in base alle diverse competenze istituzionali da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;
- il PMA rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazioni già contenute nel Progetto e nello SIA: pertanto i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi).

Allo stesso tempo il PMA deve essere strutturato in maniera sufficientemente flessibile per poter essere eventualmente rimodulato nel corso dell'istruttoria tecnica di competenza della Commissione CTVIA VIA-VAS e/o nelle fasi progettuali e operative successive alla procedura di VIA: in tali fasi potrà infatti emergere la necessità di modificare il PMA, sia a seguito di specifiche richieste avanzate dalle diverse autorità ambientali competenti che a seguito di situazioni oggettive che possono condizionare la fattibilità tecnica delle attività programmate dal Proponente.

Per facilitare le attività di predisposizione del PMA e per garantire uniformità nei contenuti e nella forma dell'elaborato, si propone l'adozione del seguente percorso metodologico ed operativo:

1. identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam), impatti ambientali significativi sulle singole componenti ambientali (fonte: progetto, SIA e relative indagini specialistiche); per ciascuna azione di progetto sarà inoltre necessario evidenziare e quantificare i parametri progettuali che caratterizzano l'attività (es. per le attività di cantiere il numero e la tipologia dei mezzi operativi impiegati, numero dei viaggi giornaliero/totale mezzi di trasporto materiali da/per il cantiere, ecc.) in quanto tale dettaglio permette di orientare l'eventuale monitoraggio ambientale alla specifica tipologia di sorgente emissiva (es. emissioni di motori diesel) ed ai relativi parametri ambientali potenzialmente critici (es. PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, IPA)
2. identificazione delle componenti/fattori ambientali da monitorare (fonte: progetto, SIA e relative indagini specialistiche); sulla base dell'attività di cui al punto 1 vengono selezionate le componenti/fattori ambientali che dovranno essere trattate nel PMA in quanto interessate da impatti ambientali significativi e per le quali sono state individuate misure di mitigazione la cui efficacia dovrà essere verificata mediante il monitoraggio ambientale.

Per fornire le informazioni propedeutiche e necessarie ad impostare le attività di cui ai punti 1 e 2 e per non duplicare quanto già più documentato nel Progetto e nello SIA, si propone l'utilizzo di un formato sintetico ed allo stesso tempo esaustivo (tabelle, matrici, grafici); si riporta in Tabella 1 un possibile schema da adottare.

TABELLA 1: Informazioni progettuali e ambientali di sintesi

Fase	Azione di progetto/esercizio	Impatti significativi	Componente ambientale	Misure di mitigazione
Cantiere	Dragaggio dei fondali negli specchi acquei interni al bacino portuale esistente (caratteristiche dei mezzi operativi, tecniche di dragaggio, caratteristiche quali-quantitative sedimenti movimentati, cronoprogramma lavorazioni, ecc.)	Alterazione delle caratteristiche chimiche della colonna d'acqua Alterazione delle biocenosi	Ambiente idrico (qualità delle acque marine interne ed esterne al bacino portuale)	Utilizzo di barriere mobili (panne) per la conterminazione delle aree di dragaggio

A seguito delle attività indicate ai punti 1 e 2 per ciascuna componente/fattore ambientale individuata al punto 2 saranno definiti:

- a. le aree di indagine nell'ambito delle quali programmare le attività di monitoraggio e, nell'ambito di queste, le stazioni/punti di monitoraggio in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure, ecc.); per i criteri generali si rimanda ai Cap.5.2 e 5.3, per i criteri specifici relativi alle singole componenti ambientali si rimanda al Cap.6;
- b. i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni effettuate nello SIA (stima degli impatti ambientali), l'efficacia delle misure di mitigazione adottate; per i criteri generali si rimanda al Cap.5.4, per i criteri relativi alle singole componenti ambientali si rimanda al Cap.6;
- c. le tecniche di campionamento, misura ed analisi e la relativa strumentazione (per le indicazioni relative alle singole componenti ambientali si rimanda al Cap.6);
- d. la frequenza dei campionamenti e la durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali (per le indicazioni relative alle singole componenti ambientali si rimanda al Cap.6);
- e. le metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio per la valutazione delle variazioni nel tempo dei valori dei parametri analitici utilizzati (per i criteri generali si rimanda al Cap.5.4, per i criteri relativi alle singole componenti ambientali si rimanda al Cap.6);
- f. le eventuali azioni da intraprendere (comunicazione alle autorità competenti, verifica e controllo efficacia azioni correttive, indagini integrative sulle dinamiche territoriali e ambientali in atto, aggiornamento del programma lavori, aggiornamento del PMA) in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti (per i criteri generali si rimanda al Cap.5.4, per i criteri relativi alle singole componenti ambientali si rimanda al Cap.6).

In relazione alla portata delle attività da porre in essere, il PMA dovrà prevedere un'adeguata struttura organizzativa preposta alla gestione ed attuazione del MA.



Le diverse figure professionali coinvolte, adeguatamente selezionate in base alle specifiche competenze richieste, dovranno far capo ad un unico soggetto responsabile che avrà il ruolo sia di coordinamento tecnico-operativo delle diverse attività che di interfaccia con le autorità competenti preposte alla verifica e al controllo dell'attuazione del MA e dei suoi esiti.

## **5.2. Aree di indagine**

Nel PMA, in base alle analisi e valutazioni contenute nel Progetto e nello Studio di Impatto Ambientale, dovranno essere identificate e delimitate per ciascuna componente/fattore ambientale le aree di indagine corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi sulla componente indagata generati dalla realizzazione/esercizio dell'opera.

Sebbene l'area di indagine non include le zone in cui gli impatti attesi sono trascurabili (non si verificano variazioni apprezzabili rispetto allo scenario di riferimento ante operam) essa dovrà essere opportunamente estesa alle porzioni di territorio che si ritengono necessarie ai fini della caratterizzazione del contesto ambientale di riferimento (ante operam), anche se in tali aree non sono attesi impatti ambientali significativi; in particolare l'area di indagine dovrà includere le reti di monitoraggio ambientale esistenti e le relative stazioni individuate come significative per le finalità del MA dell'opera e necessarie per la caratterizzazione dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale in area vasta.

In relazione alle specificità del contesto territoriale e ambientale e degli impatti attesi, l'area di indagine potrà essere individuata e delimitata in base ad ulteriori criteri che dovranno essere adeguatamente motivati e descritti nell'ambito del PMA.

L'individuazione dell'area di indagine deve essere effettuata in base ai criteri analitici-previsionali utilizzati nello SIA per la stima degli impatti su determinate componenti/fattori ambientali. Nel caso di utilizzo di modelli previsionali (ad esempio modellistica atmosferica, acustica, idraulica, ecc.) l'area di indagine dovrà comprendere quella parte del dominio di calcolo ove l'output del modello ha restituito una situazione di potenziale alterazione quali-quantitativa (impatto) dei parametri caratterizzanti la specifica componente rispetto allo stato ante operam (ad esempio concentrazioni al suolo degli inquinanti atmosferici, livelli di pressione sonora, concentrazioni di sostanze contaminanti negli acquiferi sotterranei, ecc.).

Qualora non siano disponibili procedure deterministiche per la stima degli impatti ambientali (ad esempio per le componenti vegetazione, flora, fauna, ecosistemi, paesaggio) ma siano utilizzati altri criteri (check list qualitative o quantitative, matrici, overlay mapping, ecc.) l'individuazione dell'area di indagine dovrà basarsi sulle ipotesi più cautelative derivanti dalle specifiche analisi e valutazioni contenute nello SIA che dovranno essere adeguatamente motivate e descritte nell'ambito del PMA.

Oltre ai criteri generali sopra riportati, che dovranno essere opportunamente integrati con i criteri relativi alle singole componenti/fattori ambientali (vedi Cap.6), l'individuazione dell'area di indagine dovrà essere effettuata tenendo conto delle caratteristiche del contesto ambientale e territoriale con particolare riguardo alla presenza di ricettori ovvero dei "bersagli" dei possibili effetti/impatti con particolare riferimento a quelli "sensibili".

I "ricettori" sono rappresentati dai sistemi, o elementi di un sistema naturale o antropico, che sono potenzialmente esposti agli impatti generati da una determinata sorgente di pressioni ambientali: la popolazione, i beni immobili, le attività economiche, i servizi pubblici, i beni ambientali e culturali ovvero, in termini tipologici, un'area densamente abitata, un edificio, un allevamento di mitili, una scuola, un fiume, un'area archeologica, ecc.

La "sensibilità" del ricettore può essere definita in relazione a:

- tipologia di pressione cui è esposto il ricettore: per le emissioni sonore sarà ricettore sensibile una scuola mentre non sarà ricettore sensibile una cascina rurale ad uso agricolo frequentata saltuariamente;
- valore sociale, economico, ambientale, culturale: un'area naturale protetta avrà un valore superiore rispetto ad un agro-ecosistema caratterizzato da elementi di naturalità residua;
- vulnerabilità: è la propensione del ricettore a subire gli effetti negativi determinati dall'impatto in relazione alla sua capacità (o incapacità) di fronteggiare alla specifica pressione ambientale; può essere assimilata alla funzione che lega le pressioni (es. sversamento accidentale di contaminanti sul suolo) agli impatti effettivamente riscontrabili (es. aumento delle concentrazioni di idrocarburi nella falda superficiale) ed è pertanto connessa alle caratteristiche intrinseche proprie del ricettore (es. permeabilità dei suoli di copertura); negli esempi riportati una falda superficiale con suoli di copertura ridotti e permeabili (acquifero vulnerabile) rappresenta un ricettore sensibile;

- **resilienza:** è la capacità del ricettore di ripristinare le sue caratteristiche originarie dopo aver subito l'impatto generato da una pressione di una determinata tipologia ed entità (es. la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua dopo aver subito l'impatto determinato dallo scarico di sostanze organiche di origine antropica) ed è pertanto anch'essa connessa alle caratteristiche intrinseche proprie del ricettore.

### **5.3. Stazioni/punti di monitoraggio**

All'interno dell'area di indagine dovranno essere localizzate le stazioni/punti di monitoraggio necessarie alla caratterizzazione dello stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale nelle diverse fasi, ante operam, corso d'opera e post operam (vedi Cap.5.5).

All'interno dell'area di indagine la localizzazione e il numero delle stazioni/punti di monitoraggio dovrà essere effettuata sulla base dei seguenti criteri generali ed integrata con i criteri specifici relativi alle singole componenti/fattori ambientali riportati al Cap.6:

- significatività/entità degli impatti attesi (ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità);
- estensione territoriale delle aree di indagine;
- sensibilità del contesto ambientale e territoriale (presenza di ricettori "sensibili");
- criticità del contesto ambientale e territoriale (presenza di condizioni di degrado ambientale, in atto o potenziali, quali ad es. il superamento di soglie e valori limite di determinati parametri ambientali in relazione agli obiettivi di qualità stabiliti dalla pertinente normativa);
- presenza di altre reti/stazioni di monitoraggio ambientale gestite da soggetti pubblici o privati che forniscono dati sullo stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale monitorata e costituiscono un valido riferimento per l'analisi e la valutazione dei dati acquisiti nel corso del MA;
- presenza di pressioni ambientali non imputabili all'attuazione dell'opera (cantiere, esercizio) che possono interferire con i risultati dei monitoraggi ambientali e che devono essere, ove possibile, evitate o debitamente considerate durante l'analisi e la valutazione dei dati acquisiti nel corso del MA (es. presenza di derivazioni o immissioni in un corso d'acqua a monte della

stazione scelta per il monitoraggio di acque superficiali); la loro individuazione preventiva consente di non comprometterne gli esiti e la validità del monitoraggio effettuato e di correlare a diverse possibili cause esterne (determinanti e pressioni) gli esiti del monitoraggio stesso (valori dei parametri).

Uno degli aspetti più complessi da affrontare da parte di chi analizza e valuta i dati derivanti dal MA risiede infatti nella capacità di discriminare dagli esiti del monitoraggio (valori dei parametri) la presenza di pressioni ambientali "esterne" sia di origine antropica che naturale non imputabili alla realizzazione/esercizio dell'opera, tale aspetto risulta di particolare importanza in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese che impongono la necessità di intraprendere azioni correttive, previa verifica dell'effettivo riconoscimento delle cause delle "anomalie" riscontrate. Da ciò discende la necessità di acquisire ogni informazione utile sulla presenza di potenziali sorgenti di impatto nell'area di indagine (localizzate/diffuse, stabili/temporanee) e di monitorare costantemente tali "cause esterne" per operare un'efficace confronto tra i dati risultanti dal MA e le possibili cause che generano condizioni anomale inattese.

Le scelte localizzative e quantitative delle stazioni/punti di monitoraggio dovranno essere adeguatamente motivate e coerenti con le analisi e le valutazioni contenute nel Progetto e nello SIA, e con le eventuali indagini propedeutiche alla predisposizione del PMA (ad es. indagini in situ per verificare la presenza di eventuali fattori o vincoli di varia natura che possono condizionare le scelte da operare).

Le informazioni relative all'area di indagine, ai ricettori, alle stazioni/punti di monitoraggio, alle eventuali altre determinanti/pressioni ambientali o altri elementi di interesse dovranno essere rappresentate anche attraverso cartografie secondo le indicazioni fornite al Cap. 5.6.

#### **5.4. Parametri analitici**

La scelta dei parametri ambientali (chimici, fisici, biologici) che caratterizzano lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale, rappresenta l'elemento più rilevante per il raggiungimento degli obiettivi del MA e deve essere focalizzata sui parametri effettivamente significativi per il controllo degli impatti ambientali attesi.

Il Capitolo 6 delle Linee Guida è dedicato ai criteri specifici da adottare per ciascuna componente/fattore ambientale per la selezione dei parametri significativi da monitorare nelle varie fasi (ante operam, in corso d'opera, post operam), per la definizione della frequenza/durata delle rilevazioni e delle metodologie di campionamento ed analisi.

Per ciascun parametro analitico individuato per caratterizzare sia lo scenario di base delle diverse componenti/fattori ambientali (monitoraggio ante operam) che gli effetti ambientali attesi (monitoraggio in corso d'opera e post operam) il PMA dovrà indicare:

1. **valori limite** previsti dalla pertinente normativa di settore, ove esistenti; in assenza di termini di riferimento saranno indicati i criteri e delle metodologie utilizzati per l'attribuzione di valori standard quali-quantitativi; per questi ultimi casi (generalmente riferibili alle componenti ambientali Vegetazione, Flora, Fauna, Ecosistemi, Paesaggio e beni culturali) si evidenzia la necessità di esplicitare e documentare esaurientemente le metodiche utilizzate in quanto i risultati dei monitoraggi e le relative valutazioni risultano fortemente condizionate dall'approccio metodologico utilizzato;
2. **range di naturale variabilità** stabiliti in base ai dati contenuti nello SIA, integrati, ove opportuno, da serie storiche di dati, dati desunti da studi ed indagini a carattere locale, analisi delle condizioni a contorno (sia di carattere antropico che naturale) che possono rappresentare nel corso del MA cause di variazioni e scostamenti dai valori previsti nell'ambito dello SIA. La disponibilità di solide basi di dati consente di definire con maggiore efficacia il range di naturale di variabilità di un parametro nello specifico contesto ambientale ed antropico che rappresenta lo scenario di base con cui confrontare i risultati del MA *ante operam* e fornire elementi utili per la valutazione del contributo effettivamente attribuibile all'opera rispetto ai valori di "fondo" in assenza della stessa.
3. **valori "soglia"** derivanti dalla valutazione degli impatti ambientali effettuata nell'ambito dello SIA. Tali valori rappresentano i termini di riferimento da confrontare con i valori rilevati con il monitoraggio ambientale in corso d'opera e post operam al fine di:
  - verificare la correttezza delle stime effettuate nello SIA e l'efficacia delle eventuali misure di mitigazione previste,

- individuare eventuali condizioni “anomale” indicatrici di potenziali situazioni critiche in atto, non necessariamente attribuibili all’opera ma meritevoli di adeguati approfondimenti volti ad accertarne le cause e/o di eventuali interventi correttivi (vedi successivo punto 7);
4. **metodologie analitiche di riferimento** per il campionamento e l’analisi (vedi Cap.6);
  5. **metodologie di controllo dell’affidabilità dei dati** rilevati: i dati grezzi rilevati devono risultare significativi in relazione all’obiettivo che si prefigge il MA ed è pertanto necessario stabilire procedure specifiche per ciascuna componente/fattore ambientale che regolamentano le operazioni di validazione dei dati in relazione alle condizioni a contorno; le metodologie possono discendere da standard codificati a livello normativo ovvero da specifiche procedure ad hoc, standardizzate e ripetibili, che devono essere chiaramente stabilite nell’ambito di uno specifico “protocollo operativo” in cui sono indicate, oltre alle modalità operative, i ruoli e le responsabilità di ciascuna figura facente parte del gruppo di lavoro preposto al MA, eventualmente integrato da altri soggetti esterni (es. audit da parte di soggetti terzi con compiti di sorveglianza e controllo quali ARPA, Osservatori Ambientali, ecc.). Particolare importanza per la validazione dei dati risiede nell’accuratezza dell’operatore che effettua il monitoraggio nel corredare il campionamento e le analisi con tutte le possibili indicazioni sulle situazioni a contorno che possono condizionare la significatività del dato rilevato, sia di natura antropica (presenza di pressioni ambientali localizzate/diffuse, stabili/temporanee) che naturale (ad es. condizioni meteo climatiche per la qualità dell’aria, il rumore, l’ambiente idrico, il suolo).
  6. **criteri di elaborazione** dei dati acquisiti (ad es. calcolo di specifici parametri statistici richiesti dalla normativa sulla qualità dell’aria quali valori medi e massimi orari, giornalieri);
  7. **gestione delle “anomalie”**: stabiliti i criteri di elaborazione dei dati e definiti gli ambiti di variabilità di ciascun parametro nei termini sopra indicati, in presenza di “anomalie” evidenziate dal MA nelle diverse fasi (AO, CO, PO) dovranno essere definite le opportune procedure finalizzate prioritariamente ad accertare il rapporto tra l’effetto riscontrato (valore anomalo) e la causa (determinanti e relative pressioni ambientali) e successivamente ad intraprendere eventuali azioni correttive. Si indicano nel seguito le possibili fasi

per la gestione di tali situazioni che potranno essere opportunamente adeguate in relazione al caso specifico ed al contesto di riferimento:

- descrizione dell'anomalia (in forma di scheda o rapporto) mediante: dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore prelievo, foto, altri elementi descrittivi), eventuali analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni), descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i *range* di variabilità stabiliti), descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera);
- definizione delle indicazioni operative di prima fase – accertamento dell'anomalia mediante: effettuazione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni, controllo della strumentazione per il campionamento/analisi, verifiche in situ, comunicazioni e riscontri dai soggetti responsabili di attività di cantiere/esercizio dell'opera o di altre attività non imputabili all'opera.

Nel caso in cui a seguito delle attività di accertamento dell'anomalia questa risulti risolta, dovranno essere riportati gli esiti delle verifiche effettuate e le motivazioni per cui la condizione anomala rilevata non è imputabile alle attività di cantiere/esercizio dell'opera e non è necessario attivare ulteriori azioni per la sua risoluzione.

Qualora a seguito delle verifiche di cui sopra l'anomalia persista e sia imputabile all'opera (attività di cantiere/esercizio) per la sua risoluzione è necessaria la definizione delle indicazioni operative di seconda fase per la risoluzione dell'anomalia mediante: comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate agli Organi di controllo, attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisti o di entità superiore a quella attesa in accordo con gli Organo di controllo, programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni in accordo con gli Organi di controllo.

Le attività sopra indicate rappresentano macro-categorie che nell'ambito del PMA dovranno essere, per quanto tecnicamente possibile, ulteriormente dettagliate e descritte riportando le specifiche modalità di attuazione delle stesse.

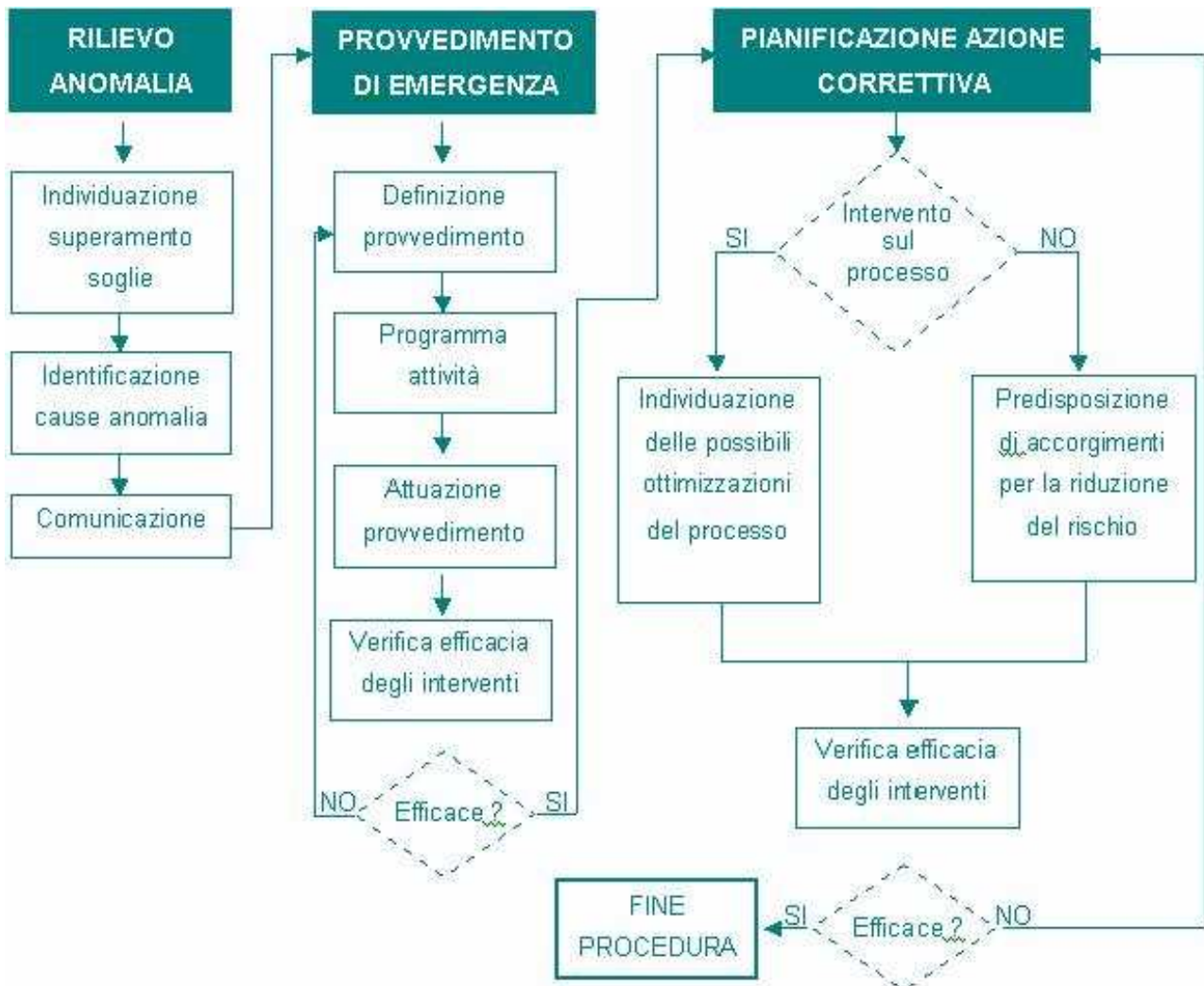


Figura 5.1 – Processo di gestione delle anomalie (Italferr- PMA Raddoppio Bari-Taranto – Tratta Bari S.Andrea – Bitetto)



### 5.5. Articolazione temporale delle attività

Le attività di monitoraggio descritte nel PMA dovranno essere articolate nelle diverse fasi temporali come riportate nella Tabella 2. Per la definizione delle finalità del MA in ciascuna fase si rimanda al Cap.4.3.

TABELLA 2 –Fasi del Monitoraggio Ambientale

Fase	Descrizione
<b>ANTE-OPERAM (AO)</b>	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere e che quindi può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento di VIA.
<b>IN CORSO D'OPERA (CO)</b>	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.
<b>POST-OPERAM (PO)</b>	Periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell'opera, riferibile quindi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio),</li> <li>• all' esercizio dell'opera, eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo,</li> <li>• alle attività di cantiere per la dismissione dell'opera alla fine del suo ciclo di vita</li> </ul>

### 5.6. Restituzione dei dati

Nel PMA dovranno essere descritte le modalità di restituzione dei dati funzionali a documentare le modalità di attuazione e gli esiti del MA, anche ai fini dell'informazione al pubblico. Nei seguenti capitoli sono fornite indicazioni operative per la restituzione delle informazioni derivanti dall'attuazione del MA, in termini di contenuti e struttura, relative a:

- rapporti tecnici periodici descrittivi delle attività svolte e dei risultati del MA, sviluppati secondo i contenuti ed i criteri indicati nelle presenti Linee Guida;
- dati di monitoraggio, strutturati secondo formati idonei alle attività di analisi e valutazione da parte dell'autorità competente;
- dati territoriali georeferenziati per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale.

Utilizzando metodologie standard di restituzione dei dati sarà possibile:

- condividere i dati con il pubblico (anche attraverso servizi webGIS per l'interrogazione dinamica dei dati);
- riutilizzare le informazioni ambientali per accrescere le conoscenze sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione;
- riutilizzare i dati per la predisposizione degli studi ambientali.

#### **5.6.1. Rapporti tecnici e dati di monitoraggio**

I rapporti tecnici predisposti periodicamente a seguito dell'attuazione del MA dovranno contenere:

- le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- i parametri monitorati;
- l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

Oltre alla descrizione di quanto sopra riportato, i rapporti tecnici dovranno includere per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite **schede di sintesi** contenenti le seguenti informazioni:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo (es. ATM\_01 per un punto misurazione della qualità dell'aria ambiente), coordinate geografiche (esprese in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio;
- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici

e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);

- ricettori sensibili: codice del ricettore (es. RIC\_01): localizzazione (indirizzo, comune, provincia, regione), coordinate geografiche (esprese in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), descrizione (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di sintesi dovrà essere inoltre corredata da:

- inquadramento generale (in scala opportuna) che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea (scala 1:10.000) dei seguenti elementi:
  - stazione/punto di monitoraggio (ed eventuali altre stazioni e punti di monitoraggio previsti nell'area di indagine, incluse quelle afferenti a reti pubbliche/private di monitoraggio ambientale;
  - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato stradale, aree di cantiere, opere di mitigazione);
  - ricettori sensibili;
  - eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

Si fornisce nel seguito un esempio di scheda di sintesi.

Area di indagine			
Codice Area di indagine			
Territori interessati			
Destinazione d'uso prevista dal PRG			
Uso reale del suolo			
Descrizione e caratteristiche morfologiche			
Fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio			

Stazione/Punto di monitoraggio			
Codice Punto			
Regione		Provincia	
Comune		Località	
Sistema di riferimento	Datum	LAT	LONG
Descrizione			
Componente ambientale			
Fase di Monitoraggio	<input type="checkbox"/> Ante opera <input type="checkbox"/> Corso d'opera <input type="checkbox"/> Post opera		
Parametri monitorati			
Strumentazione utilizzata			
Periodicità e durata complessiva dei monitoraggi			
Campagne			

Ricettore/i			
Codice Ricettore			
Regione		Provincia	
Comune		Località	
Sistema di riferimento	Datum	LAT	LONG
Descrizione del ricettore	(es. scuola, area naturale protetta)		

Figura 5.2 – Contenuti informativi scheda di sintesi.



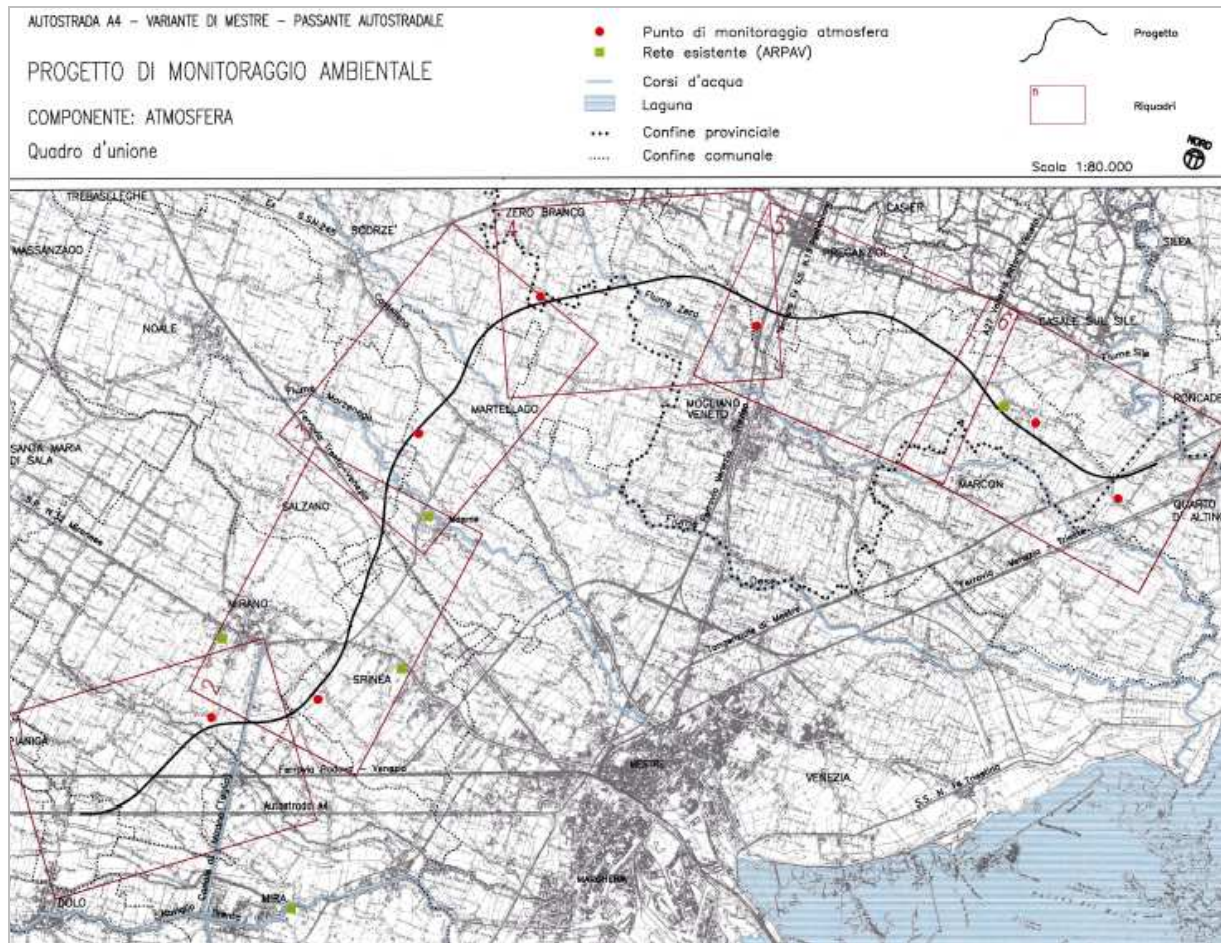


Figura 5.3 - Contenuti scheda di sintesi: inquadramento generale dell'opera e localizzazione delle stazioni/punti di misura per la componente ambientale "Atmosfera" - Commissario delegato per l'emergenza socio-economica-ambientale della viabilità di Mestre - Autostrada A4 - Variante di Mestre - Passante Autostradale.



Figura 5.4 - Contenuti scheda di sintesi: rappresentazione su foto aerea del punto di misura e immagine fotografica dello stato dei luoghi (ricettore).

Per ulteriori dettagli sui formati di predisposizione e restituzione dei rapporti tecnici si rimanda alle "Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i." pubblicate sul Portale delle Valutazioni Ambientali – Sezione Specifiche tecniche e modulistica ([www.va.minambiente.it](http://www.va.minambiente.it)).

I dati di monitoraggio contenuti nei rapporti tecnici periodici saranno forniti anche in formato tabellare aperto XLS o CSV. Nelle tabelle sarà riportato:

- codice identificativo della stazione/punto di monitoraggio;
- codice identificativo della campagna di monitoraggio;
- data/periodo di campionamento;
- parametro monitorato e relativa unità di misura;
- valori rilevati;
- range di variabilità individuato per lo specifico parametro;
- valori limite (ove definiti dalla pertinente normativa);
- superamenti dei valori limite o eventuali situazioni critiche/anomale riscontrate.

#### **5.6.2. Dati territoriali georeferenziati**

Per consentire la rappresentazione delle informazioni relative al MA in ambiente web GIS dovranno essere predisposti i seguenti dati territoriali georiferiti relativi alla localizzazione di:

- elementi progettuali significativi per le finalità del MA (es. area di cantiere, opera di mitigazione, porzione di tracciato stradale);
- aree di indagine;
- ricettori sensibili;
- stazioni/punti di monitoraggio.

I dati territoriali saranno predisposti in formato SHP in coordinate geografiche espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89.

Per ulteriori dettagli sulla predisposizione dei dati territoriali georeferenziati si rimanda al capitolo 5.1 delle "Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai

sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.” pubblicato sul Portale delle Valutazioni Ambientali – Sezione Specifiche tecniche e modulistica ([www.va.minambiente.it](http://www.va.minambiente.it)).

### **5.7. Metadocumentazione**

La metadocumentazione dei documenti testuali, delle mappe/cartografie e dei dati tabellari sarà effettuata attraverso un elenco elaborati predisposto secondo quanto descritto al capitolo 4.1 delle *“Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.”*<sup>7</sup>

La metadocumentazione dei dati territoriali georiferiti dovrà essere predisposta secondo le indicazioni della Direttiva INSPIRE 2007/2/CE e del Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n.32 *“Attuazione della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella comunità europea (INSPIRE)”*; il capitolo 5.2 delle *“Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.”* riporta in dettaglio le modalità di compilazione dei metadati.

### **5.8. Strumenti per la condivisione dei dati di monitoraggio**

L'art.28 comma 2 del D.Lgs.152/2006 definisce gli strumenti ed i soggetti individuati per la condivisione dei dati di monitoraggio: *“Delle modalità di svolgimento del monitoraggio, dei risultati e delle eventuali misure correttive adottate ai sensi del comma 1 è data adeguata informazione attraverso i siti web dell'autorità competente e dell'autorità procedente e delle Agenzie interessate”*.

A tal fine, attraverso il portale delle valutazioni ambientali VAS-VIA sarà resa disponibile la documentazione acquisita e prodotta relativa al monitoraggio ambientale delle opere soggette a VIA nazionale (PMA, rapporti tecnici, dati di monitoraggio, ecc.); i dati territoriali saranno resi disponibili tramite un visualizzatore webGIS, servizi WMS e WFS. Per tutti i dati sarà garantita la libera consultazione, fatti salvi gli eventuali casi per i quali, su richiesta motivata da parte del proponente, saranno resi disponibili in area riservata.

Per le opere strategiche di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo), considerata la notevole mole di informazioni da raccogliere e gestire, il proponente dovrà restituire i dati di monitoraggio attraverso un proprio sistema informativo

---

<sup>7</sup> Disponibile sul portale delle Valutazioni Ambientali VAS-VIA [www.va.minambiente.it](http://www.va.minambiente.it), sezione Specifiche tecniche.

(portale web) con la finalità di garantire l'accesso, la ricerca, la consultazione dei dati di monitoraggio. L'utilizzo dovrà risultare semplice anche per utenti non esperti.

I dati territoriali saranno resi disponibili tramite un visualizzatore webGIS che abbia al minimo le seguenti funzionalità: zoom in, zoom out, stampa, interrogazione dati associati, ricerca spaziale e alfanumerica; saranno inoltre predisposti specifici servizi WMS, WFS per la condivisione dei dati.

All'avvio delle attività di monitoraggio dovrà essere comunicato al MATTM-DVA l'indirizzo del portale web e le eventuali credenziali di accesso (nel caso in cui si intenda differenziare le informazioni accessibili ai diversi utenti).

Per garantire la condivisione delle informazioni, la documentazione relativa al monitoraggio ambientale (PMA, rapporti tecnici, dati di monitoraggio, dati territoriali) dovrà essere predisposta e trasmessa al MATTM secondo le *"Specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di VAS e VIA ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i."*.

## **6. Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale**

### **6.1. Atmosfera**

### **6.2. Ambiente idrico**

### **6.3. Suolo e sottosuolo**

### **6.4. Biodiversità**

### **6.5. Agenti fisici**

### **6.6. Paesaggio e beni culturali**





Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali



Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e l'Arte Contemporanea

**Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)**

***Indirizzi metodologici specifici  
per componente/fattore ambientale: Atmosfera  
(Capitolo 6.1)***

***Rev.1 del 16/06/2014***



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# INDICE

<b>6. INDIRIZZI METODOLOGICI SPECIFICI PER COMPONENTE/FATTORE AMBIENTALE.....</b>	<b>3</b>
6.1. ATMOSFERA.....	5
6.1.1. OBIETTIVI SPECIFICI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	5
6.1.2. LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	7
6.1.3. PARAMETRI ANALITICI .....	8
6.1.4. FREQUENZA/DURATA DEI MONITORAGGI .....	13
6.1.5. VALORI LIMITE E VALORI STANDARD DI RIFERIMENTO .....	14
6.1.6. INQUINANTI NON NORMATI .....	18

## **6. Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale**

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che dovranno essere descritte nell'ambito del PMA.

Le indicazioni fornite sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi, ove esistenti, su metodologie di riferimento e "*buona pratiche*" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico. Il Proponente dovrà necessariamente contestualizzare tali indicazioni alla specificità dell'opera, del contesto localizzativo (ambientale ed antropico) e degli impatti ambientali attesi, che rappresentano elementi indispensabili per intraprendere, caso per caso, le scelte più idonee che dovranno essere adeguatamente motivate nel PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee, acque superficiali, acque di transizione, acque marine);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Biodiversità (vegetazione, flora, fauna);
- Agenti fisici (rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti);
- Paesaggio e beni culturali.

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell'Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all'emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Rispetto alle componenti/fattori ambientali previste nel citato DPCM non sono trattate le componenti "Salute pubblica" ed "Ecosistemi" in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali. Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello nazionale/locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, al dibattito in corso a livello tecnico-scientifico sugli approcci e le metodiche più efficaci da utilizzare, conduce a ritenere che esse possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri

strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità tecniche e di risorse.

Giova inoltre ricordare che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi "valori limite" basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell'aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, radiazioni).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera "integrata" sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell'aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

Si ritiene importante segnalare che in ambito internazionale, comunitario e regionale sono numerose le esperienze già consolidate relative alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) come strumento che, integrato alle VIA, consenta di *"stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica, piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione"*<sup>1</sup>. Solo a seguito dell'adozione di metodologie e strumenti per la valutazione appropriata degli effetti sulla salute umana nell'ambito della VIA sarà quindi possibile delineare idonee metodologie e strumenti per il monitoraggio nel tempo di tali effetti, con lo scopo di controllare che siano effettivamente rispondenti a quelli previsti nella fase di valutazione.

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio,
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio,
- parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),

---

<sup>1</sup> WHO – European Center for Health Policy, Goteborg 1999

- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

La complessità dei temi affrontati e la specificità delle singole componenti hanno determinato la necessità di modifiche e adattamenti allo schema-tipo così come nelle modalità di analisi e di trattazione di specifici aspetti; ad esempio, per la componente "Rumore", le attività di monitoraggio sono state declinate in funzione della tipologia di opera, considerando che la stessa legislazione nazionale ha normato separatamente le diverse tipologie di infrastrutture di trasporto e le attività industriali.

Infine, in riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale i Proponenti potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell'opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi.

## **6.1. Atmosfera**

### **6.1.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio ambientale**

Il MA è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria ambiente nelle diverse fasi (ante operam, in corso d'opera e post operam) mediante rilevazioni strumentali, eventualmente integrate da tecniche di modellizzazione, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell'atmosfera, in termini di valori di concentrazioni al suolo, a seguito della realizzazione/esercizio della specifica tipologia di opera.

Qualora si intenda affrontare il monitoraggio della qualità dell'aria con un approccio integrato (strumentale e modellistico) si renderà inoltre necessario un monitoraggio quali-quantitativo delle emissioni generate dall'opera, fisse o mobili, attribuibili alle diverse fasi di realizzazione/esercizio all'opera.

Unitamente al monitoraggio dei parametri chimici (inquinanti atmosferici), è inoltre necessario effettuare il monitoraggio dei parametri meteorologici che caratterizzano lo stato fisico dell'atmosfera, che rappresenta un aspetto di fondamentale importanza per effettuare una corretta analisi e/o previsione delle modalità di diffusione e trasporto degli inquinanti in atmosfera.

In relazione alle diverse fasi del monitoraggio (AO, CO, PO) è possibile delineare le seguenti attività ed obiettivi specifici da prevedere nella

predisposizione del PMA che saranno applicabili, in tutto o in parte, in funzione della specifica tipologia di opera e del contesto in cui è localizzata.

#### Monitoraggio ante-operam (AO)

Sulla base dei dati dello SIA, che dovranno essere aggiornati in relazione all'effettiva situazione ambientale che precede l'avvio dei lavori, il PMA dovrà prevedere:

- l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteoroclimatici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;
- l'analisi delle concentrazioni al suolo degli inquinanti atmosferici tramite la raccolta e organizzazione dei dati di qualità dell'aria disponibili, con particolare riferimento alle stazioni fisse di rilevamento esistenti nell'area di indagine, ovvero qualora la rete di monitoraggio sia inefficace per gli scopi, prevedendo specifiche campagne di monitoraggio della qualità dell'aria (inquinanti atmosferici e parametri meteorologici);
- l'eventuale predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica a partire da dati sperimentali o da output di preprocessori meteorologici (qualora si intenda affrontare il monitoraggio della qualità dell'aria con un approccio integrato (strumentale e modellistico);
- l'eventuale analisi delle emissioni di inquinanti in atmosfera per la predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica al fine di verificare eventuali variazioni dello scenario emissivo AO, rispetto alle condizioni definite nell'ambito dello SIA.

#### Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Il monitoraggio in tale fase dovrà essere connesso all'avanzamento dei lavori di cantierizzazione ed è pertanto fondamentale che il PMA sia elaborato coerentemente alle informazioni contenute nel piano di cantierizzazione dell'opera, con particolare riferimento alla distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere ed alle specifiche modalità operative (tecniche e gestionali) di realizzazione dell'opera. Definite su tali basi le aree di indagine e le fasi di cantiere maggiormente critiche per la qualità dell'aria, il monitoraggio sarà effettuato secondo il cronoprogramma connesso alle attività di realizzazione dell'opera. In particolare, il PMA dovrà prevedere:

- l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteoroclimatici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;

- il monitoraggio delle concentrazioni al suolo degli inquinanti atmosferici (unitamente ai parametri meteorologici) tipicamente connessi alle attività di cantiere ed alle attività indotte (es. movimentazione mezzi e materiali, traffico veicolare, etc.);
- eventuale acquisizione dei dati meteo climatici ed emissivi di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica, al fine di verificare eventuali variazioni dello scenario emissivo CO, rispetto alle condizioni definite nell'ambito dello SIA.

#### Monitoraggio Post Operam (PO)

Il monitoraggio in tale fase, la cui durata è variabile in funzione della tipologia d'opera e delle specificità territoriali e ambientali dell'area di indagine, potrà anche essere effettuato nell'ambito delle aree (stazioni) già utilizzate nelle fasi precedenti del PMA ed prevede le medesime attività previste per la fase CO, contestualizzate alla specificità degli inquinanti atmosferici tipicamente connessi alla fase di esercizio dell'opera.

#### **6.1.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell'ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio sarà effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell'aria contenute nello SIA.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO):

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali);
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e valutazioni condotte mediante modelli e stime nell'ambito dello SIA;
- caratteristiche microclimatiche dell'area di indagine (con particolare riferimento all'anemologia);
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un'efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell'area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscale e microscale;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO e PO).

Sebbene i criteri riportati siano comuni nelle tre fasi di monitoraggio, gli elementi di analisi e le modalità di progettazione ed attuazione delle misurazioni saranno, in linea generale, differenti per la fase AO rispetto a quelle relative alle fasi CO e PO in relazione alle diverse finalità del monitoraggio. Infatti, mentre per l'AO è possibile ipotizzare una o più campagne di monitoraggio volte principalmente alla misurazione dei livelli di concentrazione "di base" degli inquinanti per la verifica della congruità con gli scenari AO definiti nello SIA, nel CO e nel PO, oltre a tale verifica, il monitoraggio sarà utilizzato per la discriminazione dei contributi delle sorgenti emissive in gioco e conseguentemente la localizzazione dei punti di misura e le tempistiche del monitoraggio (ad es. nel caso di misure discontinue) saranno condizionati dall'evoluzione spaziale e temporale delle attività di cantiere e dell'esercizio dell'opera.

Nel caso in cui si valuti l'esigenza/opportunità di installare stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria per effettuare monitoraggi in continuo di lungo periodo è opportuno prevedere un confronto preliminare con le autorità/enti territorialmente competenti (Regione o Provincia Autonoma, ARPA/APPA) per assicurare la coerenza con quanto previsto all'art. 5 del D.Lgs.155/2010 e s.m.i in materia di valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Per i criteri di ubicazione su microscala, si rimanda alle indicazioni contenute nell'Allegato III (Punto 4) del D.Lgs.155/2010 e s.m.i.

### **6.1.3. Parametri analitici**

#### Parametri meteorologici (monitoraggio meteoclimatico)

L'analisi dei parametri meteorologici è indispensabile per comprendere le condizioni meteo-diffusive dell'atmosfera e per valutare, soprattutto nel breve periodo, l'effettiva incidenza delle emissioni di inquinanti generate dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera sulla qualità dell'aria ambiente in termini di livelli di concentrazione; le variabili meteorologiche sono di fondamentale importanza in quanto:

- regolano la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e dispersi in aria (es. velocità del vento, flussi turbolenti di origine termica o meccanica) o sono depositati al suolo (rimozione da parte della pioggia).
- definiscono il volume in cui gli inquinanti si disperdono: l'altezza di rimescolamento, connessa alla quota della prima inversione termica, può essere identificata come la quota massima fino alla quale gli inquinanti si diluiscono;



- influenzano la velocità (e in alcuni casi la presenza) di alcune reazioni chimiche che determinano la formazione in atmosfera degli inquinanti secondari, quali ad esempio l'ozono (es. radiazione solare).

A tale scopo è fondamentale prevedere, in concomitanza con il monitoraggio dei parametri chimici (inquinanti), quello dei parametri meteorologici più significativi (velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperature dell'aria, umidità relativa e assoluta, precipitazioni atmosferiche, radiazione solare globale e diffusa); le stazioni di rilevamento della qualità dell'aria dovranno essere pertanto adeguatamente equipaggiate per consentire il contemporaneo rilevamento in "situ" dei principali parametri meteo-climatici unitamente a quelli chimici.

Il monitoraggio meteoroclimatico assume inoltre lo scopo di fornire le informazioni di dettaglio per la predisposizione dei dati di ingresso ai modelli di dispersione atmosferica, qualora si intenda percorrere tale approccio unitamente alle misure strumentali, e può risultare utile per verificare le eventuali condizioni ambientali connesse a specifiche misure di mitigazione definite nello SIA, sia in termini di attuazione che di efficacia (es. soglia di intensità del vento oltre la quale devono essere attuate specifiche azioni per la mitigazione degli effetti del risollevarimento delle polveri quali ad esempio la bagnatura del cumuli di terreno).

La caratterizzazione meteoroclimatica dell'area di indagine può essere supportata/integrata anche da serie storiche di dati provenienti dalle reti di rilevamento esistenti sul territorio. Si segnalano le principali reti di rilevamento meteorologico operanti sul territorio nazionale che mettono a disposizione anche dati:

- la rete dell'Ufficio Generale Spazio Aereo e Meteorologia – Reparto Meteorologia, dell'Aeronautica Militare (USAM)  
(<http://www.meteoam.it/?q=usam>);
- la rete dell'Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia Applicate all'Agricoltura del Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA-CMA, ex Ufficio Centrale di Ecologia Agraria)  
(<http://cma.entecra.it/homePage.htm>);
- le reti locali, realizzate a livello regionale, provinciale, metropolitano, nell'ambito di programmi per disinquinamento atmosferico, o approntate da Consorzi industriali o Enti di ricerca;
- il progetto del Sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA) avviato dall'ISPRA in collaborazione con USAM, UCEA e diverse ARPA  
(<http://www.scia.sinanet.apat.it/scia.asp>);

- banche dati (archivi meteorologici) di livello locale/regionale basate sull'utilizzo della modellistica tridimensionale per la ricostruzione dei principali parametri che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera (campi di vento, di temperatura, ecc.).

Nel caso in cui i dati disponibili siano insufficienti (copertura spaziale e/o temporale), è necessario prevedere apposite campagne di rilevamento in "situ" dei parametri meteo-climatici, da realizzarsi, per quanto possibile, in concomitanza con il rilevamento delle concentrazioni atmosferiche degli inquinanti. Il ricorso a campagne di monitoraggio meteorologiche è inoltre indispensabile quando particolari condizioni climatiche od orografiche influenzino fortemente il fenomeno diffusivo nell'area di indagine ed è pertanto necessario approfondire a scala locale le dinamiche atmosferiche.

Le campagne dovrebbero prevedere una cadenza stagionale nell'ambito dell'anno solare, per un periodo che possa essere rappresentativo sia degli scenari "tipici" che delle situazioni "estreme" per ciascuna stagione.

In generale per tutte le fasi del monitoraggio si dovrà garantire il seguente schema operativo nell'acquisizione e valutazione dei parametri meteorologici:

- fattibilità dell'acquisizione dei dati (tempi, costi) presso Enti/Autorità pubbliche;
- verifica della compatibilità dei tempi di acquisizione con la tempistica delle attività di monitoraggio (alcune attività potrebbero richiedere dati in tempo reale);
- verifica della disponibilità e completezza dei dati provenienti dalle reti di rilevamento esistenti sul territorio (tipo di parametri e copertura spaziale e temporale) per valutare la necessità di integrazione con campagne di misura dedicate e/o specifiche analisi modellistiche. In alternativa, si potrà ricorrere a campi tridimensionali dei principali parametri di interesse già disponibili come risultato di analisi modellistiche condotte a livello regionale/nazionale mediante preprocessori meteorologici.

Le postazioni di rilevamento delle grandezze meteo climatiche devono fare riferimento agli standard definiti dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale ("Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation", World Meteorological Organization 2012). Laddove sia previsto, unitamente alle misure strumentali, l'utilizzo di modelli di trasporto e diffusione di inquinanti in atmosfera, le postazioni devono essere dotate di strumentazione micrometeorologica adeguata alla rilevazione dei parametri necessari alla modellizzazione della dispersione nello strato limite, ed in particolare dei parametri che caratterizzano la turbolenza atmosferica.

Parametri chimici (monitoraggio della qualità dell'aria)

Ai fini della caratterizzazione della qualità dell'aria ambiente, le tecniche di misurazione dei principali inquinanti "convenzionali" (quelli per i quali la legislazione vigente, D.Lgs.155/2010 e s.m.i, stabilisce valori limite di concentrazione nell'aria ambiente per gli obiettivi di protezione della salute umana e della vegetazione) sono stabilite dai metodi di riferimento o dai metodi equivalenti definiti nell'allegato VI del D.Lgs.155/2010 e s.m.i.

La selezione degli inquinanti oggetto del monitoraggio, dovrà essere coerente con i contenuti dello SIA in termini di caratterizzazione della qualità dell'aria ambiente e di valutazione degli impatti significativi correlati all'opera in progetto nelle fasi di cantiere e di esercizio, in relazione al contesto territoriale e ambientale in cui si inserisce.

Nella seguente tabella sono indicati i principali inquinanti o famiglie di composti potenzialmente presenti all'emissione, che potranno essere presi a riferimento per il monitoraggio. Dal confronto tra tali inquinanti con quelli per i quali il D.Lgs.155/2010 e s.m.i stabilisce valori limite/obiettivo di concentrazione in relazione agli obiettivi di protezione della salute umana e della vegetazione, emergono diversi inquinanti per cui non sono previsti valori limite/obiettivo ai fini della valutazione della qualità dell'aria. Per tali inquinanti si rimanda a quanto riportato al Capitolo 1.5.

<b>Tipologie di inquinanti potenzialmente presenti all'emissione</b>	<b>Inquinanti con valore limite/obiettivo (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inquinanti Gassosi Principali: CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, NMVOC (tra cui C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), NH<sub>3</sub>, SO<sub>x</sub></li> <li>- Particolato (PST, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM &lt;2.5)</li> <li>- Metalli pesanti: Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Se, Zn</li> <li>- Inquinanti Organici Persistenti (POP -Protocol to the 1979 Convention on long-range transboundary air pollution on Persistent Organic Pollutants; principali composti: IPA – tra cui Benzo(a) pirene, PCDD (dissine), PCDF (furani), PCB (policlorobifenili), HCB (esaclorobenzene), PCP (pentaclorofenolo), SCCP (paraffine clorurate a catena corta)</li> </ul>	CO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , Pb, As, Ni, Cd, Benzo(a) pirene, O <sub>3</sub>

Per gli inquinanti normati dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i, le metodologie e i criteri di monitoraggio utilizzati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente dovranno essere allineati agli obiettivi di qualità dei dati (Allegato I al

D.Lgs.155/2010 e s.m.i, che definisce gli obiettivi di qualità dei dati per misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative) nel caso in cui il monitoraggio sia assimilabile (durata e posizionamento dei punti delle stazioni di misura) alle specificità definite nel D.Lgs.155/2010 e s.m.i, anche se con finalità necessariamente diverse dal medesimo Decreto. La conformità delle tecniche di monitoraggio ai requisiti stabiliti dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i in termini di strumentazione, metodiche e ubicazione su microscala consente di disporre di dati confrontabili con quelli registrati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria delle reti di misura presenti sul territorio nazionale.

Il citato Decreto può essere un utile riferimento anche nel caso di monitoraggi discontinui e di durata limitata per i quali non è possibile il confronto con i valori limite relativi all'intero anno civile, ma è possibile utilizzare per il confronto con gli obiettivi di breve termine (es. valori limite orari per NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, valori limite giornalieri per CO e PM<sub>10</sub>). Nel caso di particolari attività che coinvolgano matrici contaminate o che generino emissioni di inquinanti "non convenzionali", non normati dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i ma potenzialmente presenti all'emissione, dovranno essere previste nel PMA appositi monitoraggi che saranno progettati (tipologia di inquinante, localizzazione dei punti di misura, durata e frequenza delle misurazioni) in relazione agli esiti delle analisi e valutazioni del rischio di rilascio in atmosfera e degli impatti sulla salute umana e sull'ambiente condotte nell'ambito dello SIA. Tali monitoraggi, saranno condotti secondo metodi di riferimento ufficiali, se esistenti o, in alternativa, attraverso metodi utilizzati e validati in ambito scientifico internazionale e nazionale.

Nel caso inoltre, non sia tecnicamente possibile la misura diretta di un parametro chimico, è possibile valutare i livelli dell'inquinante attraverso una stima indiretta monitorando uno o più parametri correlati all'inquinante (es. utilizzo di un parametro tracciante). Nel PMA dovrà essere chiaramente descritta la metodologia di stima indiretta utilizzata.

Nella fase ante operam, il monitoraggio è finalizzato a registrare eventuali significative variazioni della qualità dell'aria rispetto alla caratterizzazione e/o alle previsioni contenute nello SIA a seguito di nuove/diverse pressioni ambientali (es. entrata in esercizio di infrastrutture o impianti che generano emissioni significative). La programmazione delle attività di monitoraggio dovrà inoltre tenere conto di eventuali variazioni nella zonizzazione e classificazione del territorio regionale (ai sensi del D.Lgs.155/2010 e s.m.i) e della distribuzione e

delle caratteristiche delle stazioni afferenti alle reti di monitoraggio esistenti sul territorio al fine di ottimizzare sia la scelta dei parametri da monitorare che la possibilità di correlare i dati registrati con quelli derivanti dalle reti esistenti.

Nel PMA, la programmazione delle misurazioni strumentali dovrà essere quindi affiancata da attività di "*monitoraggio del territorio*" con particolare riferimento all'individuazione e caratterizzazione delle attività antropiche a carattere emissivo che possono interferire con le finalità del monitoraggio nelle sue diverse fasi ed aver altresì contribuito a mutare lo scenario AO contenuto nello SIA. Tale attività dovrà essere integrata con la ricognizione delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria afferenti alle reti di monitoraggio (localizzazione, caratteristiche, parametri rilevati).

In corso d'opera i parametri da monitorare dipendono dalla tipologia delle attività e dai mezzi di cantiere e di trasporto utilizzati e, nella fase Post Operam, come già richiamato nelle premesse del presente paragrafo, dalle specificità emissive dell'opera.

#### **6.1.4. Frequenza/durata dei monitoraggi**

Il D.Lgs.155/2010 e s.m.i (Allegato I) riporta gli obiettivi di qualità per i dati di monitoraggio. Tali obiettivi di qualità possono essere utilizzati come riferimento per le attività di monitoraggio previste nel PMA, qualora compatibili con le modalità (frequenza e durata) con cui effettuare le rilevazioni nelle diverse fasi.

Nel citato Allegato I è previsto che il monitoraggio della qualità dell'aria possa essere effettuato attraverso misurazioni in siti fissi o indicative, con le diverse modalità di campionamento, continuo o discontinuo, in funzione delle quali sono richiesti specifici obiettivi di qualità dei dati (raccolta minima dei dati e periodo minimo di copertura) e livelli di incertezza per i diversi inquinanti. Il rispetto di tali criteri consente di poter effettuare un efficace confronto dei dati raccolti con i limiti di legge. Nel caso di monitoraggio in continuo tramite strumentazione automatica, la copertura dati è generalmente garantita purché il periodo di monitoraggio sia esteso all'intero anno civile; nel caso di monitoraggio discontinuo, l'attendibilità della serie, e la sua validità nel confronto con i limiti, è vincolata alle modalità della raccolta dati.

Il monitoraggio in continuo dovrebbe essere effettuato quando:

- l'entità delle emissioni prodotte dalle attività di realizzazione/esercizio dell'opera siano tali da produrre un'alterazione significativa dello stato della qualità dell'aria generando contributi emissivi tali da determinare il rischio di superamento dei valori limite di legge per un determinato inquinante;
- lo stato della qualità dell'aria ante operam è caratterizzato da superamenti dei valori limite di legge, o da condizioni critiche prossime al superamento, per un determinato inquinante e le attività di realizzazione/esercizio dell'opera generano contributi emissivi non trascurabili;
- l'irregolarità e la non prevedibilità delle emissioni generi livelli di inquinamento distribuiti nel tempo in maniera tale da non consentire la predisposizione di una campagna di monitoraggio discontinua rappresentativa (es. impianti industriali che hanno livelli di esercizio variabili e discontinui);
- ritenuto opportuno anche a seguito di eventuali preventivi confronti preliminari con le autorità competenti in materia di qualità dell'aria ambiente (Regioni, ARPA/APPA).

Nel caso di monitoraggio discontinuo, si dovranno programmare apposite campagne di misura garantendo:

- l'uniformità della distribuzione delle misure;
- il monitoraggio in periodi dell'anno significativi, se è noto un fenomeno di stagionalità per l'inquinante come, per esempio, per il benzo(a)pirene;
- il monitoraggio in concomitanza delle situazioni più critiche, dovute sia condizioni meteorologiche avverse per la dispersione degli inquinanti che a condizioni emissive significative connesse alle fasi di realizzazione (es. specifiche lavorazioni, movimentazione materiali e mezzi d'opera) o alle fasi di esercizio (es. picchi di traffico, specifiche condizioni di esercizio/gestione di impianti industriali) dell'opera.

#### **6.1.5. Valori limite e valori standard di riferimento**

In Italia la normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i. Il decreto stabilisce, tra l'altro:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM<sub>10</sub> (All.XI);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (All.XI);
- i livelli di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (All.XII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2,5</sub> (All.XIV);

- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (All.XIII).

Si rammenta che lo scopo del D.Lgs.155/2010 e s.m.i. è la regolamentazione della gestione della qualità dell'aria ambiente da parte delle autorità competenti. Pertanto i criteri e le modalità di monitoraggio per la verifica del rispetto dei valori limite risponde a tali obiettivi con conseguenti orizzonti temporali ed ambiti territoriali spesso diversi da quelli applicabili alle finalità del monitoraggio nell'ambito della VIA. Tuttavia le indicazioni fornite dal Decreto, costituiscono una guida su cui basare sia le attività di monitoraggio che di valutazione dello stato della qualità dell'aria ambiente in relazione alle stime effettuate nell'ambito dello SIA.

Gli inquinanti per i quali risultano definiti valori limite sono, in prima analisi, gli inquinanti per i quali dovrà essere effettuata la valutazione dei livelli di concentrazione in atmosfera sia in fase di realizzazione dell'opera che in fase di esercizio, limitatamente a quei parametri che nello SIA sono stati valutati come potenzialmente critici.

I valori limite hanno generalmente come orizzonte temporale l'anno civile, sia che vengano utilizzati per il monitoraggio di fenomeni di inquinamento di breve termine ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ), di medio termine ( $\text{PM}_{2,5}$ , benzene, arsenico, cadmio, nichel, piombo, benzo(a)pirene) che per entrambi ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ ); ciò comporta la necessità di definire diverse modalità di monitoraggio (durata e frequenza) in funzione dell'inquinante.

A titolo indicativo, si riportano alcune considerazioni per  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$  e metalli pesanti circa il confronto tra i risultati ottenuti dalle campagne di monitoraggio con i valori limite/obiettivo stabiliti dalla normativa.

**PM<sub>10</sub>** - Il monitoraggio dovrà essere predisposto per garantire la verifica del valore limite annuale e del valore limite giornaliero. Questo deve permettere la raccolta dei dati almeno al dettaglio del valore medio giornaliero. Ipotizzando un monitoraggio in continuo per l'intero anno civile, il confronto dei dati con il valore limite è di immediata risoluzione, effettuando il conteggio dei dati giornalieri sopra soglia e il calcolo del valore medio annuale.

Nel caso in cui siano previste campagne di monitoraggio discontinue si richiama quanto previsto dalla Nota 1, Tabella 1, Allegato I del D.Lgs.155/2010 e s.m.i.<sup>2</sup>

E' da sottolineare che il monitoraggio potrebbe essere svolto più convenientemente raccogliendo i dati almeno al dettaglio del valore medio orario attraverso i quali è possibile calcolare i valori medi giornalieri e il valore medio annuale per effettuare il confronto con i rispettivi valori limite; il dettaglio orario consente di analizzare l'evoluzione giornaliera dei livelli di PM<sub>10</sub> da relazionare all'evoluzione delle condizioni emissive e meteorologiche (micrometeorologiche).

Nel caso si effettuino monitoraggi discontinui, la valutazione del numero dei superamenti è sostituito, dal calcolo del percentile corrispondente al numero di superamenti ammesso più uno. In questo caso si tratta di confrontare il 90,4° percentile con il valore di 50 µg/m<sup>3</sup>; il valore limite è rispettato se il 90,4° percentile è minore o uguale a 50 µg/m<sup>3</sup> e superato se maggiore. Il valore medio annuale potrà invece essere calcolato come media dei dati raccolti.

**NO<sub>2</sub>** - Le medesime considerazioni effettuate per il PM<sub>10</sub> possono essere applicate anche all'NO<sub>2</sub>. In questo caso, il monitoraggio deve essere eseguito raccogliendo i dati almeno al dettaglio orario. Ipotizzando un monitoraggio in continuo per l'intero anno civile, il confronto con i valori limite si ha con il conteggio dei dati orari sopra soglia e il calcolo del valore medio annuale.

**Metalli pesanti** (As, Cd, Ni, Pb) - Il monitoraggio dovrà essere predisposto per garantire la verifica del valore obiettivo annuale per As, Cd e Ni e il valore limite annuale per il Pb. Il monitoraggio in continuo permette un immediato confronto dei dati con i valori limite/obiettivo. Per il piombo, la raccolta minima dei dati dovrà essere pari al 90% per le misurazioni in continuo in siti fissi o comunque rispettare quanto previsto dalla citata Nota 1, Tabella 1, Allegato I del D.Lgs.155/2010 e s.m.i. Per As, Ni, Cd dovranno essere rispettati gli obiettivi di

---

<sup>2</sup> Per il benzene, il piombo e il particolato è possibile applicare misurazioni discontinue invece delle misurazioni in continuo. A tal fine, le misurazioni discontinue devono essere equamente distribuite nel corso dell'anno per evitare di falsare i risultati e si deve dimostrare che l'incertezza risponde all'obiettivo di qualità del 25% e che il periodo di copertura rimane superiore al periodo minimo di copertura previsto per le misurazioni indicative. L'incertezza dovuta alle misurazioni discontinue può essere determinata secondo le procedure stabilite nella norma ISO 11222:2002 «Qualità dell'aria - Determinazione dell'incertezza della media temporanea delle misure di qualità dell'aria». Se le misurazioni discontinue sono utilizzate per valutare il rispetto del valore limite del PM<sub>10</sub>, occorre valutare il 90,4 percentile (che deve essere inferiore o uguale a 50 µg/m<sup>3</sup>) anziché il numero di superamenti, il quale è fortemente influenzato dalla copertura dei dati.



qualità previsti per le misurazioni in siti fissi o per quelle indicative riportate nella Tabella 2 del medesimo Allegato 1.

Qualora in base alle analisi e valutazioni effettuate nello SIA scaturisse l'eventualità del superamento del solo valore limite annuale (assenza di fenomeni di inquinamento acuti), il monitoraggio potrà essere finalizzato alla valutazione del livello medio annuale, escludendo la raccolta di dati di dettaglio maggiore (orari/giornalieri).

Il monitoraggio della qualità dell'aria mediante campagne di monitoraggio limitate nel tempo e nello spazio rappresenta una modalità frequentemente utilizzata nell'ambito della VIA attuabile dietro specifiche ipotesi, principalmente connesse alla sussistenza di impatti poco significativi e qualora la qualità dell'aria ambiente non presenti già condizioni critiche. Tale modalità può essere utilizzata in tutte e tre le fasi temporali del monitoraggio, sebbene il suo impiego più conveniente risulti nella fase post operam; ciò non toglie che possa essere utilizzata anche ante operam e in corso d'opera, quando le caratteristiche delle attività di cantiere lo consentano. Analogamente può essere utilizzata per la valutazione dei livelli misurati rispetto ai valori limite (o soglia in generale) basati su valori medi annui mentre non è invece idonea per il confronto con valori limite basati su superamenti di soglie orarie o giornaliere.

Requisito essenziale per il buon esito del monitoraggio è la conoscenza accurata della meteorologia e, se necessario, della micrometeorologia dell'area.

Altrettanto essenziale è la assenza di fenomeni apprezzabili di inquinamento connesso a pressioni ambientali diverse dall'opera ovvero la possibilità di discriminare il contributo di tali pressioni (sorgenti emissive) da quelle attribuibili alle fasi di realizzazione/esercizio dell'opera. Tale aspetto comporta la necessità di monitorare, unitamente agli inquinanti atmosferici, anche le trasformazioni territoriali che avvengono nell'area vasta di indagine che possono sensibilmente influenzare i risultati del monitoraggio e paventare anomalie/criticità che potrebbero essere invece riconducibili ad attività/sorgenti emissive diverse da quelle direttamente connesse all'opera.

Ciò consente di valutare i risultati del monitoraggio e di evidenziare eventuali scostamenti dalle previsioni degli impatti riportate nello SIA, generalmente basate su modelli teorici.

La disponibilità di simulazioni modellistiche affidabili sull'area di interesse e la presenza di stazioni di monitoraggio rappresentative dell'area, afferenti alle reti di monitoraggio già esistenti, o di riferimento per essa, rappresentano inoltre elementi fondamentali per la corretta programmazione delle campagne di monitoraggio e per la loro buona riuscita.

#### **6.1.6. Inquinanti non normati**

Nel PMA è necessario tenere conto delle criticità che possono emergere dalla presenza di emissioni di inquinanti strettamente riferibili alle specificità emissive dell'opera, sia in fase di realizzazione che in esercizio, i cui limiti non sono disciplinati dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i. Come riferimento si possono considerare le seguenti categorie di inquinanti elencati nell'Allegato I alla Parte Quinta del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.:

- Sostanze ritenute cancerogene e/o tossiche per la riproduzione e/o mutagene (Tab. A1);
- Sostanze di tossicità e cumulabilità particolarmente elevate (Tab. A2);
- Sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di polvere (Tab. B);
- Sostanze inorganiche che si presentano prevalentemente sotto forma di gas o vapore (Tab. C);
- Composti organici sotto forma di gas, vapori o polveri (Tab. D).

Il richiamo alle citate tabelle ha lo scopo di fornire un riferimento di carattere generale per la selezione degli inquinanti che possono essere generati da specifiche tipologie di impianti industriali o nel caso di particolari lavorazioni che coinvolgano matrici contaminate o caratterizzate da elevate concentrazioni naturali di determinate sostanze e composti (radon, gas pericolosi, sostanze radioattive, amianto, ecc.).



Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali



Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e l'Arte Contemporanea

# **Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)**

***Indirizzi metodologici specifici: Ambiente idrico***

***(Capitolo 6.2)***

***REV. 1 DEL 17/06/2015***



**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# INDICE

<b>6. INDIRIZZI METODOLOGICI SPECIFICI PER COMPONENTE/FATTORE AMBIENTALE .....</b>	<b>3</b>
6.2. AMBIENTE IDRICO .....	5
6.2.1. ACQUE SUPERFICIALI .....	5
6.2.1.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale .....	5
6.2.1.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio.....	7
6.2.1.3. Parametri descrittori (indicatori).....	8
6.2.1.4. Frequenza/durata dei monitoraggi .....	9
6.2.1.5. Metodologie e valori standard di riferimento.....	9
6.2.2. ACQUE MARINE .....	18
6.2.2.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale .....	18
6.2.2.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio.....	19
6.2.2.3. Parametri descrittori (indicatori).....	21
6.2.2.4. Frequenza e durata dei monitoraggi.....	29
6.2.2.5. Metodologie e valori standard di riferimento.....	32
6.2.3. ACQUE DI TRANSIZIONE.....	37
6.2.3.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale .....	37
6.2.3.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio.....	38
6.2.3.3. Parametri descrittori (indicatori).....	38
6.2.3.4. Frequenza/durata dei monitoraggi .....	39
6.2.3.5. Metodologie e valori standard di riferimento.....	40
6.2.4. ACQUE SOTTERRANEE.....	48
6.2.4.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale .....	48
6.2.4.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio.....	49
6.2.4.3. Parametri descrittori (indicatori).....	50
6.2.4.4. Frequenza/durata monitoraggi .....	53
6.2.4.5. Metodologie e valori standard di riferimento.....	54
APPENDICE – NORMATIVA DI SETTORE E FONTI DI RIFERIMENTO .....	63

## 6. Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che dovranno essere descritte nell'ambito del PMA.

Le indicazioni fornite sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi, ove esistenti, su metodologie di riferimento e "*buone pratiche*" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico. Il Proponente dovrà necessariamente contestualizzare tali indicazioni alla specificità dell'opera, del contesto localizzativo (ambientale ed antropico) e degli impatti ambientali attesi, che rappresentano elementi indispensabili per intraprendere, caso per caso, le scelte più idonee che dovranno essere adeguatamente motivate nel PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee, acque superficiali, acque di transizione, acque marine);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Biodiversità (vegetazione, flora, fauna);
- Agenti fisici (rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti);
- Paesaggio e beni culturali.

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell'Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all'emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Rispetto alle componenti/fattori ambientali previste nel citato DPCM non sono trattate le componenti "Salute pubblica" ed "Ecosistemi" in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali. Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello nazionale/locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, al dibattito in corso a livello tecnico-scientifico sugli approcci e le metodiche più efficaci da utilizzare, conduce a ritenere che esse possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità

tecniche e di risorse.

Giova inoltre ricordare che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi "valori limite" basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell'aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, radiazioni).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera "integrata" sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell'aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

Si ritiene tuttavia importante segnalare che sono numerose le esperienze già consolidate in ambito internazionale, comunitario e regionale relative alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) come strumento che, integrato alle VIA, consenta di *"stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione"*<sup>1</sup>. Solo a seguito dell'adozione di metodologie e strumenti per la valutazione appropriata degli effetti sulla salute umana nell'ambito della VIA sarà quindi possibile delineare idonee metodologie e strumenti per il monitoraggio nel tempo di tali effetti, con lo scopo di controllare che siano effettivamente rispondenti a quelli previsti nella fase di valutazione.

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio,
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio,
- parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),
- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

---

<sup>1</sup> WHO – European Center for Health Policy, Goteborg 1999

La complessità dei temi affrontati e la specificità delle singole componenti hanno determinato la necessità di modifiche e adattamenti allo schema-tipo così come nelle modalità di analisi e di trattazione di specifici aspetti; ad esempio, per la componente "Rumore", le attività di monitoraggio sono state declinate in funzione della tipologia di opera, considerando che la stessa legislazione nazionale ha normato separatamente le diverse tipologie di infrastrutture di trasporto e le attività industriali.

Infine, in riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale i Proponenti potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell'opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi.

## **6.2. Ambiente idrico**

### **6.2.1. Acque superficiali**

#### **6.2.1.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale**

Il "Progetto di Monitoraggio Ambientale" (PMA) relativo alla componente "Ambiente idrico superficiale" è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), dalla direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dalla direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino). Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal nostro ordinamento dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche - (artt. 53 - 176)] e dai suoi Decreti attuativi, unitamente al D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee e al D. Lgs. 190/2010 per l'ambiente marino.

Pertanto, dovranno essere considerati prioritariamente i seguenti riferimenti normativi nazionali:

- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni”;
- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’art. 75, comma 3, del D.Lgs. medesimo”;
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”;
- D. Lgs. 13 ottobre 2010 n. 190 “Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino;
- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;

e le seguenti ulteriori indicazioni comunitarie:

- Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall’esercizio di intercalibrazione;
- Decisione della Commissione 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;



- Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Inoltre, il PMA dovrà essere implementato in conformità alla pianificazione/programmazione inerente la tutela quali-quantitativa delle acque alle diverse scale territoriali e coerente con le indicazioni fornite dal quadro normativo e pianificatorio settoriale di riferimento.

#### **6.2.1.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

Le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in base alle azioni e fasi di progetto e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita. In particolare, in relazione alla tipologia di opera, in fase di cantiere e in fase di esercizio, la scelta della localizzazione delle aree di monitoraggio e, quindi, l'individuazione dei relativi punti di riferimento, dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- punti di monitoraggio considerati in fase di caratterizzazione ante operam;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro-pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Pertanto, nel PMA dovranno essere individuate:

- stazioni di monitoraggio puntuali, strettamente connesse al sito interferito (analisi a scala di sito); ad esempio in corrispondenza di ciascun corpo idrico potenzialmente interferito dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio idrologico "monte (M)- valle (V)" , con la finalità di valutare, in tutte le fasi del monitoraggio, la variazione dello stesso parametro/indicatore tra i due punti di misura M-V, al fine di poter individuare eventuali impatti determinanti dalle azioni di progetto;
- stazioni necessarie per valutare gli eventuali effetti significativi negativi determinanti dalle azioni di progetto in ambiti più estesi (analisi a scala di area vasta).

### **6.2.1.3. Parametri descrittivi (indicatori)**

La scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito e dovrà porre particolare attenzione alla valutazione dell'obiettivo di "non deterioramento" delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla DQA. Quando specifiche pressioni e relativi impatti, pur non facendo variare la "classe di qualità di un corpo idrico", così come definita dalla normativa di settore, comportano una "tendenza" al peggioramento in termini di qualità, dovranno essere utilizzati specifici indicatori/indici in quanto la tendenza registrata potrebbe portare a far variare la classe dell'indicatore/indice in successivi periodi temporali.

Pertanto, se si ritiene che l'opera oggetto di valutazione non provochi una variazione della classe di qualità ovvero dello stato ecologico e chimico del corpo idrico, ai sensi della normativa di settore, è possibile prevedere il monitoraggio di dettaglio solo di alcuni indici/indicatori scelti in funzione della presenza di specifiche pressioni.

Se, invece, l'impatto può compromettere il raggiungimento degli "obiettivi di qualità" e/o variazioni di "stato/classe di qualità" del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, oltre agli indicatori correlati a specifiche pressioni, occorrerà utilizzare gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D.M. 260/2010.

Detto ciò, per il monitoraggio in corso d'opera (fase di cantiere) e post operam (fase di esercizio), il PMA dovrà essere finalizzato all'acquisizione di dati relativi alle:

- variazioni dello stato quali – quantitativo dei corpi idrici in relazione agli obiettivi fissati dalla normativa e dagli indirizzi pianificatori vigenti, in funzione dei potenziali impatti individuati;
- variazioni delle caratteristiche idrografiche e del regime idrologico ed idraulico dei corsi d'acqua e delle relative aree di espansione;
- interferenze indotte sul trasporto solido naturale, sui processi di erosione e deposizione dei sedimenti fluviali e le conseguenti modifiche del profilo degli alvei, sugli interrimenti dei bacini idrici naturali e artificiali.

Inoltre, anche l'identificazione delle soglie di riferimento nonché la frequenza di campionamento degli indicatori e/o indici prescelti dovrà essere fatta in funzione delle indicazioni della normativa di settore ed della significatività degli impatti individuati,

considerando eventuali informazioni/parametri già utilizzati per la caratterizzazione degli effetti derivanti da eventuali altre attività antropiche presenti e/o interferenti con il contesto oggetto di studio.

Nella scheda di sintesi riportata al termine del presente Capitolo, si propone un set di parametri-indicatori basati sulle vigenti normative di settore e sulla letteratura tecnico-scientifica di riferimento che dovranno essere presi in considerazione nel PMA, adattando necessariamente caso per caso le opportune scelte da operare in relazione alla tipologia di opera, al contesto territoriale-ambientale e alla significatività degli impatti attesi.

Si precisa che per la matrice biotica (vegetazione, flora, fauna, ecosistemi) delle acque superficiali, i contenuti riportati nel presente Capitolo vanno adeguatamente integrati ed approfonditi con quanto riportato in merito all'ambiente fluviale e lacustre nel Capitolo 6.4 - Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) ove risultano adeguatamente caratterizzanti, anche ai fini del monitoraggio, in relazione alla valenza che determinate specie appartenenti alla flora e alla fauna rivestono per la tutela della biodiversità.

#### **6.2.1.4. Frequenza/durata dei monitoraggi**

La frequenza e la durata del monitoraggio varia a seconda della tipologia di corpo idrico, della tipologia di opera e della fase di monitoraggio.

Per i "corpi idrici di riferimento" o in generale quelli che devono essere monitorati ai sensi della normativa di settore, la frequenza e la durata di monitoraggio dovranno adeguatamente integrarsi con quanto previsto dalla normativa di settore, considerando le specifiche finalità delle indagini mirate al controllo degli effetti determinati dalla realizzazione/esercizio dell'opera.

In generale, il periodo di osservazione dovrà essere, tale da prevedere come limite temporale il momento in cui il parametro monitorato tenda ad un valore costante, ovvero fino al raggiungimento di valori non più significativi in relazione agli effetti dell'opera sulla componente, salvo eventuali specifiche indicazioni derivanti o stabilite in accordo con gli Enti competenti (es. ARPA).

#### **6.2.1.5. Metodologie e valori standard di riferimento**

L'esecuzione dei monitoraggi (strumentazione, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, modalità di campionamento, ecc.) dovrà essere conforme a

quanto previsto dalle linee guida e dagli standard adottati a livello internazionale e nazionale; a tale riguardo, si rimanda all'Appendice in cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo di riferimenti (normativa, documenti tecnici, linee guida, ecc.) e a quanto riportato nella "Scheda di sintesi" riportata alla fine del presente Capitolo.

L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla norma UNI CEN EN ISO 17025.

Le normative di riferimento (D.Lgs. 152/2006, D.M. 56/2009) definiscono i valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità delle acque superficiali (fiumi e laghi) riportati nella seguente scheda di sintesi. Ove per alcuni parametri non siano già disponibili valori limite e valori standard di riferimento in base a normative o protocolli standardizzati, tali valori vanno identificati in base ai dati disponibili per l'area di monitoraggio ovvero, in loro assenza, in base ai dati acquisiti ad hoc nella fase ante operam per la caratterizzazione "sito specifica".

## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore	Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
A. CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DELLA RISORSA IDRICA (ai sensi del D.Lgs 152/06 e dei successivi D.M. attuativi)	Verifica degli aspetti qualitativi	Biologico	1	Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR_ICMI)	<p>Valore numerico, a cui associare giudizio di qualità (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo)</p> <p><i>(Indicazioni valide per parametri qualitativi da 1 a 29)</i></p> <p>La frequenza di monitoraggio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ dovrà seguire le indicazioni della normativa di settore a seconda del corpo idrico impattato;</li> <li>✓ potrà essere concordata con gli Enti competenti in funzione della specificità dell'opera e dell'impatto.</li> </ul> <p>AO: campagna trimestrale per un anno</p> <p>CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alla tipologie di impatto (SIA)</p> <p>PO: trimestrali da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) - almeno 2 volte l'anno per l'intero esercizio dell'opera o secondo diverse indicazioni degli enti competenti</p>	<p>In corrispondenza di ciascun corpo idrico interferito dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio Monte (M) Valle (V) idrologico</p> <p>N° Stazioni: da valutare caso per caso (analisi a scala di area vasta)</p>	<p>Valori standard di qualità per le acque superficiali (DM 56/2009)</p>	<p>I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito di ISPRA – Sezione SINTAI</p> <p>Classificazione dello stato ecologico (tabelle di riferimento DM 260/2010)</p>

## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore		Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
			2	Indice multimetrico di Intercalibrazione (ICMi) per le diatomee	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito ISPRA – Sezione SINTAI
			3	Indice Biologique Macrophytite en Rivière (IBMR)	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito di ISPRA – Sezione SINTAI. La metodologia per IBMR è descritta nella Norma AFNOR NF T 90-35- Classificazione dello stato ecologico (tabelle di riferimento DM 260/2010)
			4	ISECI pesci	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito ISPRA – Sezione SINTAI
		Chimico - Fisico	5	Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMEco)	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito ISPRA – Sezione SINTAI e nel DM 260/2010
		Morfologico	6	Indice di Qualità Morfologica (IQM)	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	ISPRA, IDRAIM – Sistema di valutazione IDRomorfologica, AnaisI e Monitoraggio dei corsi d'acqua, Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua, 2014.
		Morfologico	6 bis	IQMm	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>	<i>come sopra</i>

## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore		Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
		Idrologico	7	Indice di Alterazione del Regime Idrologico (IARI)	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	ISPRA, Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici, 2011.
		Chimico	8	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc.	µg/l (standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo SQA-MA)	come sopra	come sopra	come sopra	Per gli standard di riferimento si rimanda alle tabelle di riferimento di cui al DM 260/10  Idrocarburi totali: UNI EN ISO 9377-2:2002
		Biologico	9	BQI valutazione dello stato ecologico dei laghi naturali italiani, basato sulla comunità dei macroinvertebrati, non è ancora stato sottoposto a procedura di intercalibrazione	Valore numerico, a cui associare giudizio di qualità	come sopra	come sopra	come sopra	I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito ISPRA – Sezione SINTAI
			10	Indice complessivo per il fitoplancton (ICF) Laghi e invasi	Valore numerico, a cui associare giudizio di qualità (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo)	come sopra	come sopra	come sopra	I metodi ufficiali di riferimento per il calcolo dell'indice sono pubblicati sul sito ISPRA – Sezione SINTAI.  Tabelle di riferimento di cui al DM 260/10

## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore		Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
			11	Indici macrofitici Laghi e invasi	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra
			12	Lake Fish Index (Indice LFI)	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra
			13	Livello Trofico Laghi per lo stato ecologico (LTLecco)	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra
		Morfologico	14	Indicatori idromorfologici a sostegno del biologico per la classificazione dello stato ecologico dei laghi	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra	come sopra
		Biologico	15	Concentrazione di nutrienti (azoto e fosforo)	mg/l	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 (4030A2 Azoto ammoniacale)
		Chimici	16	Durezza	µg/L di CaCO <sub>3</sub>	come sopra	come sopra	come sopra	UNI 10505:1996
			17	Cloruro	mg/l	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 4090 A1
			18	Solfati	mg/l	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 4140B
		Microbiologico	19	Escherichia coli	UFC/100 ml	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 Met. 7030C
		Fisici	20	Temperatura dell'acqua	°C	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 Met. 2100



## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore		Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
			21	Conducibilità	µS/cm	come sopra	come sopra	come sopra	APHA Standard Methods for Examination of water and wastewater ed 21st 2005 2510B
			22	Ph	numerico	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 2060
			23	Torbidità	NTU	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 2110
			24	Potenziale redox	mV	come sopra	come sopra	come sopra	In situ
		Chimico	25	BOD5	mg(O)/l	come sopra	come sopra	come sopra	UNI EN 1899-1:2001
			26	COD	mg(O)/l	come sopra	come sopra	come sopra	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 5130
			27	Ossigeno disciolto	mg/l	come sopra	come sopra	come sopra	APHA Standard Methods for Examination of water and wastewater ed 21st 2005 4500 - OGB
			28	Concentrazione di sostanze pericolose nel sedimento (Cadmio - Mercurio - Piombo - PCB - IPA - ecc.)	mg/kg s.s	come sopra	come sopra	come sopra	—

## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore		Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
		Multiparametrico	29	ALTRI PARAMETRI	varie	come sopra	come sopra	come sopra	Allegato 2 Parte III, D.Lgs. 152/2006 Parametri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale (acqua potabile, idonee alla vita dei pesci salmonicoli e ciprinicoli, alla vita dei molluschi)
B. CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE IDRAULICHE	Verifica degli aspetti quantitativi della risorsa idrica	Idraulico	30	Portata corpo idrico	mc/sec	Fasi AO, CO, PO: in continuo Minimo 3 anni nell'ante operam, minimo 5 anni nel post operam.	In corrispondenza di ciascun corpo idrico interferito dovrà essere posizionato un punto o più punti di monitoraggio con la finalità di valutare, in tutte le fasi di inserimento dell'opera (ante, in corso e post), la variazione dello stesso parametro al fine di poter individuare anche gli impatti determinanti dalla presenza di cantieri.	—	WMO-n. 1044, Manual on Stream Gauging Volume I – Fieldwork, Volume II – Computation of Discharge, 2010.
			31	Livello idrico	m s.l.m.	Fasi AO, CO, PO: in continuo Minimo 3 anni nell'ante operam, minimo 5 anni nel post operam.	In corrispondenza di ciascun corpo idrico interferito dovrà essere posizionato un punto o più punti di monitoraggio con la finalità di valutare, in tutte le fasi di inserimento dell'opera (ante, in corso e post), la variazione dello stesso parametro al fine di poter individuare anche gli impatti determinanti	—	—

## ACQUE SUPERFICIALI – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Tipologia parametro	Parametro - Indicatore		Unità di misura	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Localizzazione dei monitoraggi	Valore limite o valore standard di riferimento	Metodologia
							dalla presenza di cantieri.		
			32	Portata solida	kg/s	Fasi AO, CO, PO: una volta anno Minimo 2 anni nell'ante e minimo 3 anni nel post operam.	In una sezione significativa in relazione all'opera.	—	—
			33	Livello Batimetrico	m s.l.m.	Fasi AO, CO, PO: una volta anno	In una sezione o più sezioni significative in relazione all'opera.	—	—
C. CONTROLLO DEGLI SCARICHI	Verifica scarichi		34	Caratterizzazione scarichi - Inquinanti sversati per bacino	varie	Fase AO: 1 volta;  Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alla tipologie di impatto individuato dal SIA;  Fase PO: secondo le indicazioni della normativa vigente e degli enti competenti per tutto l'esercizio dell'opera in funzione alla sua tipologia	In corrispondenza di ciascun punto di scarico.	—	—
			35	Caratteristiche qualitative acque in /out impianto	varie	come sopra	come sopra	—	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 2090

## 6.2.2. Acque marine

### 6.2.2.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale

Tenendo conto delle diverse tipologie di progetti e dei conseguenti diversificati ambiti ove possono esplicarsi (es. impatti "lineari", ad esempio nel caso della realizzazione di cavi e condotte sottomarine, impatti "areali", esempio nel caso della realizzazione di opere marittime, impianti eolici offshore, attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi) nonché delle caratteristiche e della variabilità dell'ambiente marino, gli obiettivi specifici del MA, dettagliati nella scheda di sintesi riportata al termine del presente Capitolo, sono finalizzati alla valutazione e al controllo dei potenziali effetti/impatti su tutte le matrici potenzialmente interessate dalla realizzazione ed esercizio dell'opera (colonna d'acqua, sedimenti, biota, morfologia dei fondali e costiera) attraverso le seguenti tipologie di attività:

- 1) colonna d'acqua, esecuzione di indagini chimiche e fisiche oltre che di indagini biologiche ed ecotossicologiche (in caso di presenza di scarichi diretti). Le indagini chimico-fisiche hanno lo scopo di descrivere e verificare eventuali alterazioni dei parametri in funzione degli impatti attesi e di fornire una base interpretativa ai risultati delle indagini biologiche ed ecotossicologiche;
- 2) sedimenti marini, esecuzione di indagini fisiche, chimiche ed ecotossicologiche, rappresentando questi una matrice conservativa capace di "descrivere" eventuali alterazioni presenti e passate;
- 3) biota, studio del bioaccumulo e delle prime alterazioni biologiche/fisiologiche di determinati organismi (specie target); studio delle comunità biologiche relative ai diversi habitat ed ecosistemi sensibili;
- 4) morfologia dei fondali, esecuzione di indagini indirette;
- 5) morfologia costiera, esecuzione di indagini dirette ed indirette.

Per ciascun ambito di monitoraggio (colonna d'acqua, sedimenti, biota, morfologia dei fondali e costiera) saranno pertanto fornite nei seguenti paragrafi indicazioni su localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio, parametri descrittivi (indicatori), frequenza durata dei monitoraggi, metodologie di riferimento.

Si precisa che per la matrice "biota" i contenuti riportati nel presente Capitolo vanno adeguatamente integrati ed approfonditi con quanto riportato in merito all'ambiente marino nel Capitolo 6.4 - Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) con particolare riferimento a popolamenti ittici, rettili e mammiferi marini, comunità

bentoniche di fondi duri, fanerogame marine, che pur rappresentando indicatori della qualità dell'ambiente marino, risultano più adeguatamente caratterizzanti, anche ai fini del monitoraggio, in relazione alla valenza che determinate specie appartenenti alla flora e alla fauna rivestono per la tutela della biodiversità.

#### **6.2.2.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

Le aree di indagine devono essere identificate in base alla tipologia dell'opera e l'estensione deve essere tale da comprendere un gradiente completo, ovvero dal punto massimo di pressione (interferenza nei pressi dell'opera) fino alla zona di pressione minima o trascurabile, tenendo conto anche del tipo di ambiente marino interessato (es. area marina costiera, offshore). Per la colonna d'acqua, in particolare, le acque costiere risentono molto dell'influenza della costa e degli apporti di acque dolci e pertanto le loro caratteristiche chimico-fisiche possono variare notevolmente sia nel tempo che nello spazio, mentre in mare aperto si ha una composizione più stabile ed omogenea orizzontalmente e una maggior variabilità verticale a causa della stratificazione termica, quindi la caratterizzazione può essere effettuata con un numero inferiore di stazioni anche distanti tra loro, ma con un numero maggiore di campioni lungo la colonna d'acqua.

La tipologia di opera avrà poi influenza sul numero e posizionamento delle stazioni di campionamento. Per opere lineari, le stazioni saranno posizionate principalmente lungo il tracciato su transetti ortogonali ad esso, tenendo sempre conto delle correnti presenti che influenzano l'estensione dell'area interessata dai potenziali impatti. Per opere areali, le stazioni saranno posizionate a distanze progressive da essa, secondo uno schema radiale, lungo uno o più transetti da selezionare in base alle correnti. Infine, per opere con morfologia complessa, il disegno a griglia dovrà essere preferito (es. porti). Ulteriori stazioni di indagine, dovranno poi essere previste in prossimità di ecosistemi sensibili, in numero e posizionamento idoneo da definire in funzione delle caratteristiche dell'habitat.

Nel posizionare le stazioni per il monitoraggio del biota (bioaccumulo in bivalvi) dovranno essere privilegiati i siti nei quali siano presenti banchi naturali di *Mytilus galloprovincialis*; qualora non fossero presenti popolazioni naturali (comprese quelle che si trovano su strutture artificiali come piloni, catene sospese, pali ecc., ma comunque non soggette ad esposizione all'aria) si provvederà alla predisposizione di impianti artificiali mediante l'utilizzo di organismi "trapiantati" (per dettagli si rimanda all'Appendice 1 - Normativa, Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse e

best – Acque marine, e, in particolare, alle “*Metodologie Analitiche di Riferimento*” (MATTM - ICRAM, 2001).

Per quanto riguarda il monitoraggio della morfologia dei fondali, per definire l’area di indagine, oltre a fare riferimento all’area di influenza dell’opera individuata dal SIA, si deve tener conto anche di potenziali interferenze in aree contigue, con particolare riferimento alla presenza di ecosistemi sensibili, che possono subire degli impatti indiretti a seguito della realizzazione dell’opera. Pertanto, nel caso di opere lineari, quali cavi o condotte, area di indagine deve avere una larghezza complessiva di almeno 1,5 km (rispetto all’asse dell’opera) e di lunghezza variabile, anche in funzione della eventuale presenza di ecosistemi sensibili. Nel caso areali deve essere investigata un’area di forma quadrangolare, baricentrica rispetto all’opera, di estensione variabile in funzione alle dimensioni dell’opera e della eventuale presenza di ecosistemi sensibili.

Per quanto riguarda il monitoraggio della morfologia costiera, il rilievo della posizione della linea di riva e dei profili di spiaggia deve essere effettuato su un tratto di costa la cui estensione è correlata a numerosi fattori e variabili dipendenti dalle caratteristiche geomorfologiche e di clima meteo-marino del sito di realizzazione, oltre che alle caratteristiche strutturali e alle dimensioni dell’opera. Tali caratteristiche fanno parte integrante dello SIA (ante operam) e pertanto in base ad esse ed alla stima degli effetti indotti dall’opera, si dovrà fare riferimento per stabilire l’area oggetto del monitoraggio. Nella letteratura scientifica si suggerisce di sottoporre a monitoraggio un tratto di litorale di estensione almeno pari ad un ordine di grandezza superiore a quello dell’opera (salvo evidenze diverse emerse dalla fase di caratterizzazione dello SIA). Mentre infatti la presenza dell’opera è in grado di alterare in tempi brevi le dinamiche sedimentarie del tratto posto immediatamente sottoflutto (per una lunghezza che va da una a tre volte la dimensione maggiore dell’opera), in tempi più lunghi la perturbazione può propagarsi fino all’intera unità fisiografica (*BeachMed*, 2004).

Con particolare riferimento ai profili topografici della spiaggia, trasversali alla linea di riva, l’equidistanza massima consigliabile è di 200 m, con un’estensione compresa fra il limite di retrospiaggia e/o piede della duna e la profondità di chiusura della spiaggia (così come individuata nella caratterizzazione morfodinamica).

### **6.2.2.3. Parametri descrittivi (indicatori)**

#### **Colonna d'acqua**

La colonna d'acqua è l'immenso contenitore in cui avvengono gran parte dei processi che regolano l'intero sistema marino. Pur essendo una matrice non conservativa, l'acqua riveste una notevole importanza in quanto veicola i contaminanti negli altri comparti marini attraverso i processi di diluizione, dispersione e ripartizione. Le indagini dei parametri fisici e chimici permettono quindi di valutarne lo stato di qualità ma anche di fornire una base conoscitiva essenziale per lo studio del destino degli inquinanti immessi nell'ambiente e pertanto il controllo degli impatti.

In generale le indagini prevedono l'esecuzione di profili di acquisizione in continuo lungo la colonna d'acqua dei parametri di temperatura, salinità, densità, ossigeno disciolto, pH, torbidità, fluorescenza ed ogni eventuale ulteriore parametro utile alla caratterizzazione del potenziale impatto previsto nello SIA. Indagini correntometriche saranno effettuate per la valutazione del regime idrodinamico dell'area, oltre che per la scelta del "disegno" di campionamento, anche per l'eventuale valutazione di alterazioni del regime delle correnti sia in corso d'opera che in esercizio.

In caso di presenza di scarichi di effluenti è opportuno prevedere anche il monitoraggio di alcuni parametri chimici (nutrienti, solidi sospesi, e contaminanti organici e inorganici) ed ecotossicologici (mediante l'esecuzione di saggi biologici), selezionati in base alle caratteristiche degli effluenti.

Sarà opportuno prevedere, inoltre, indagini sulla componente biotica (plancton), nel caso di opere per le quali sia previsto un potenziale effetto su tale matrice.

#### **Sedimenti marini**

I sedimenti giocano un ruolo fondamentale per la qualità degli ecosistemi acquatici in quanto rappresentano l'habitat di molti organismi e sostegno della flora e fauna marina. Essi rappresentano, altresì, il comparto dove si depositano molti contaminanti pericolosi in quanto tossici, persistenti e bioaccumulabili. Tali contaminanti, oltre a produrre effetti diretti sugli organismi bentonici, comportano un rischio a lungo termine per la vita acquatica e per l'uomo a causa del loro trasferimento attraverso la rete trofica e la loro diffusione e risospensione nella colonna d'acqua. Vari studi hanno dimostrato che concentrazioni elevate di contaminanti nel sedimento sono correlate alle concentrazioni presenti nell'acqua interstiziale, che rappresenta la frazione

disciolta e quindi potenzialmente più biodisponibile. Indagini di tipo chimico, biologico ed ecotossicologico sui sedimenti costituiscono approcci complementari nella valutazione della qualità dei sedimenti e nella definizione dello stato di salute di un corpo idrico.

L'analisi delle caratteristiche tessiturali del fondo è il primo passo per valutare la frazione fine che potrebbe essere messa in sospensione durante le attività di movimentazione dei sedimenti, con conseguente messa in circolo (risospensione) di contaminanti eventualmente presenti nel sedimento e reintroduzione nella colonna d'acqua e nel ciclo del particolato.

La caratterizzazione chimica consiste nello studio della qualità dei sedimenti superficiali, e, a seconda dei casi, anche di quelli più profondi, attraverso la valutazione di parametri analitici rappresentativi, coerentemente con quanto specificato nelle normative nazionali ed europee. Per completare l'analisi della qualità dei sedimenti, le informazioni derivanti dalle analisi chimiche vengono generalmente integrate con le risultanze di indagini ecotossicologiche. Il sedimento potrebbe, infatti, possedere un elevato tenore di contaminanti (organici e/o inorganici) senza tuttavia risultare tossico agli organismi; viceversa concentrazioni relativamente basse di contaminanti potrebbero risultare biodisponibili e comportare un rischio per l'ambiente marino. I saggi biologici non permettono di identificare l'agente chimico responsabile della specifica risposta tossica, ma misurano gli effetti "integrati" di miscele di contaminanti su organismi-test. Poiché le specie possiedono differenti caratteristiche ecologiche e biologiche, per ottenere una rappresentazione verosimile dell'ecosistema in laboratorio, è opportuno allestire una batteria di test biologici comprendente più specie diverse tra loro, appartenenti a livelli trofici differenti.

La determinazione dei parametri microbiologici nei sedimenti marini costituisce un importante contributo per la valutazione degli aspetti igienico sanitari; essi infatti, essendo legati alla presenza di materiale fecale, costituiscono dei buoni indicatori di inquinamento di natura organica.

I parametri da analizzare sono quelli riportati nelle principali normative di riferimento per la tutela dell'ecosistema marino (D.M. 24.01.1996; D.M. 260/2010; D.Lgs. 219/2010), la maggior parte inclusi nell'elenco di priorità di sostanze chimiche di cui al Reg. 2455/2001/EU.

➤ Parametri chimico-fisici:

- Granulometria, percentuale di umidità, peso specifico;



- Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, Mn, Al e Fe;
- Idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organo clorurati;
- Tributilstagno (TBT), dibutilstagno (DBT), monobutilstagno (MBT);
- Sostanza organica totale, azoto e fosforo totale, carbonio organico totale (TOC).

➤ Parametri microbiologici:

- Coliformi totali e fecali, streptococchi fecali;
- Ulteriori parametri possono essere aggiunti in base alla tipologia di emissioni dell'opera in oggetto (es. Ba, Se, V, composti cloroorganici, ecc.).

➤ Parametri ecotossicologici:

- Batteria di tre test biologici comprendente più specie diverse tra loro, appartenenti a livelli trofici e gruppi tassonomici filogeneticamente differenti.

## **Biota**

Tramite un approccio integrato è possibile seguire il destino delle sostanze e dei loro effetti sull'ecosistema marino partendo dalla valutazione di effetti "tossici" diretti (es. alterazioni biologiche/fisiologiche) che indiretti (ecologici, per esempio effetti sulla competizione delle specie). Pertanto, per valutare correttamente gli effetti sul biota è necessario integrare i campi di indagine della chimica (del destino delle sostanze nell'ambiente), della tossicologia ambientale (valutazione degli effetti a diversi livelli di integrazione biologica), e dell'ecologia (indicazioni sui processi che regolano la struttura e funzione degli ecosistemi e le interazioni tra la componente biotica ed abiotica).

In quest'ottica, per i diversi ambiti del biomonitoraggio sono stati scelti i parametri più significativi quali descrittori dello stato di qualità dell'ecosistema marino e della sua evoluzione. Per le necessarie integrazioni ed approfondimenti degli aspetti relativi alla biodiversità marina si rimanda a quanto riportato in merito nel Capitolo 6.4 - Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna).

### **Bioaccumulo in bivalvi**

Il biomonitoraggio, mediante specie indicatrici, consente di valutare il grado di contaminazione di un'area con una misura "integrata nel tempo", pertanto non riferibile al solo momento in cui è stato effettuato il rilievo, di evidenziare facilmente

gradienti di inquinamento sia in senso spaziale che temporale, nonché di effettuare confronti tra aree geograficamente distanti. Consente inoltre di stimare la "biodisponibilità" delle sostanze tossiche presenti nell'ambiente marino e di valutare il rischio legato al trasferimento di queste nella rete trofica. La possibilità di integrare i risultati del bioaccumulo con la valutazione dei primi effetti biologici (biomarkers) che queste sostanze inducono a livello fisiologico, molecolare e cellulare consente di valutare gli effetti di uno o più fonti di stress in una fase precoce di disturbo, prima che le alterazioni si trasmettano a livelli più elevati, consentendo quindi un'eventuale azione preventiva, prima che il danno sia manifesto.

L'impiego dei molluschi bivalvi nel monitoraggio della contaminazione chimica degli ambienti costieri è, da decenni, utilizzato sia negli Stati Uniti sia in numerosi Paesi europei in programmi internazionali di *Mussel Watch*.

Affinché una specie possa essere utilizzata come bioindicatore, deve possedere alcune indispensabili caratteristiche: l'assenza di meccanismi di regolazione delle concentrazioni tissutali di contaminanti, la sessilità, le abitudini alimentari preferibilmente di tipo filtratorio, la facilità di raccolta, l'ampia diffusione geografica ed infine, ma non per questo meno importante, la conoscenza del ciclo biologico. Tali caratteristiche sono proprie del *Mytilus galloprovincialis* per il quale, inoltre, sono numerosi i dati di riferimento e le indicazioni sulle principali variabili biologiche utili nell'interpretazione dei dati.

I parametri chimici da analizzare sono quelli riportati nelle principali normative di riferimento per la tutela dell'ecosistema marino (D.M. 260/2010; D.Lgs. 219/2010), la maggior parte inclusi nell'elenco di priorità di sostanze chimiche di cui al Reg. 2455/2001/EU.

Per quanto riguarda le indagini biochimiche (biomarker), dovrà essere scelta una batteria di risposte biologiche, più ampia possibile, che permetta di individuare l'eventuale alterazione presente.

➤ Parametri chimici:

- Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, e Fe;
- IPA, PCB, pesticidi organo clorurati;
- tributilstagno (TBT), dibutilstagno (DBT), monobutilstagno (MBT);
- Ulteriori parametri possono essere aggiunti in base alla tipologia di opera (es. Ba, Se, V, composti alogenoderivati, ecc.).

➤ Parametri biochimici:

La scelta della batteria di biomarker da analizzare può essere effettuata considerando le seguenti tipologie di indici dello stato di salute:

- Indici di alterazione fisiologica;
- Indici di esposizione a specifiche classi di contaminanti;
- Indici di alterazione del sistema antiossidante;
- Indici di danno al DNA.

I risultati ottenuti dalle singole indagini biochimiche andranno poi necessariamente integrati tra loro e con i risultati delle analisi chimiche.

Popolamenti a bivalvi

Le analisi dei popolamenti naturali sono da effettuare per le specie di bivalvi che vengono individuate come risorsa rilevante per l'areale di impatto potenziale. L'impatto di opere lineari piuttosto che areali sui popolamenti macrofaunistici è essenzialmente legato alle operazioni di posa e quindi alla movimentazione del fondale ed il relativo aumento temporaneo del particolato sospeso nella colonna d'acqua. Generalmente questo tipo di disturbo risulta localizzato e limitato nel tempo, è pertanto importante analizzare la popolazione presente e verificare che il ripristino di condizioni di naturalità si ottenga in tempi brevi.

I parametri selezionati sono: abbondanza, biomassa, struttura per taglia e classi d'età del popolamento, valutazione dello stadio di sviluppo gonadico, indici fisiologici. Durante i campionamenti per le analisi quantitative dei parametri sopra indicati dovranno essere effettuate contestualmente le misure dei principali parametri chimico - fisici della colonna d'acqua.

Comunità bentonica di fondi mobili

Lo studio dei popolamenti bentonici, cioè dell'insieme degli organismi che intrattengono relazioni più o meno strette con il fondo, si dimostra particolarmente utile nelle indagini sulla qualità dell'ambiente, in quanto essi, analizzati nella loro composizione e trasformazione nel tempo e nello spazio, rivestono il ruolo di "indicatori biologici". Per le loro caratteristiche di persistenza e grazie ad un turn-over assai più lento dei popolamenti planctonici, le comunità bentoniche consentono una lettura fortemente integrata delle variazioni spazio-temporali del mondo fisico, rappresentando la memoria biologica dell'ecosistema e fornendo così informazioni

relative a perturbazioni pregresse. L'analisi della composizione e struttura dei popolamenti bentonici è di fondamentale importanza in ognuna delle tre fasi individuate nel PMA, al fine di caratterizzare le condizioni ambientali dell'area e valutare gli eventuali impatti ambientali.

L'indagine dell'assetto della comunità macrozoobentonica di fondo mobile è utile al fine di evidenziare eventuali alterazioni dovute alla movimentazione del sedimento causate dall'istallazione/esercizio dell'opera, che potrebbe avere l'effetto di perturbare in modo significativo l'habitat e quindi modificare la composizione specifica della comunità stessa. Poiché la struttura dei popolamenti macrozoobentonici di fondo mobile è caratterizzata da una variabilità naturale legata principalmente alla granulometria del sedimento e alla stagionalità, è necessario applicare adeguate strategie di campionamento che permettano di discriminare tra tali fattori e segnali veri e propri di impatto. La struttura della comunità macrozoobentonica dovrà essere analizzata sia in termini di specie che di numero di individui, al fine di definire la caratteristiche biocenotiche dell'area oggetto di studio.

Dovranno essere calcolati i seguenti parametri strutturali ed indici ecologici: dominanza, abbondanza totale, ricchezza specifica totale, indice di ricchezza specifica di Margalef (D.Margalef, 1958), indice di diversità specifica di Shannon-Wiener (H. Shannon&Wiener, 1949), Equitabilità di Pielou (J. Pielou, 1974), indice di Diversità di Simpson (Simpson, 1949), indice M-AMBI (Borja et al., 2004; Borja et al., 2008; Muxica et al., 2007).

### **Morfologia dei fondali**

La valutazione delle caratteristiche morfologiche del fondo marino si rende necessaria ogni qualvolta la realizzazione di un'opera ne comporti la movimentazione. La natura e l'entità dell'alterazione fisica del fondo dipendono, tra gli altri fattori, dalla tecnologia impiegata per la movimentazione e/o messa in opera dell'opera, dall'assetto morfologico e batimetrico del fondo, dalle caratteristiche sedimentologiche e dalle condizioni idrodinamiche. Le modificazioni generate sul fondo marino oltre ad essere riconoscibili dal punto di vista strettamente morfologico, possono comportare variazioni granulometriche del sedimento superficiale e impatti non trascurabili nei casi di opere che interessano ecosistemi sensibili, quali ad esempio le praterie a Fanerogame marine; i tempi di recupero dell'assetto morfologico possono variare notevolmente in funzione delle condizioni idrodinamiche, con rapido recupero nel caso di un ambiente molto dinamico o un recupero estremamente lento (fino al caso in cui

non sia possibile giungere a una condizione di recupero vera e propria) nel caso di un ambiente a bassa energia.

La mappatura dei fondali eseguita nella fase *ante operam* unitamente ad alcune tipologie di indagini dirette (granulometria dei sedimenti, indagini R.O.V., indagini quantitative su fanerogame) consente la caratterizzazione dell'assetto morfologico del fondo e di stimare eventuali impatti su ecosistemi sensibili rilevabili con tale tipologia di indagine (es. mappatura praterie a fanerogame). Come illustrato successivamente, gli indicatori da utilizzarsi per il monitoraggio, morfologia e batimetria, rappresentano caratteristiche normalmente indagate allo scopo di definire l'assetto del fondale interessato dal progetto, sin dalla fase di caratterizzazione propedeutica alla redazione dello SIA.

Il rilievo morfologico, eseguito mediante Side Scan Sonar è utilizzato per l'acquisizione di immagini del fondo marino (sonogrammi), la cui interpretazione permette di definire l'assetto morfologico del fondale e la distribuzione areale dei sedimenti o l'estensione di ecosistemi sensibili. Il Multibeam, o ecoscandaglio multifascio, è utilizzato per i rilievi batimetrici ad alta risoluzione e a grande.

I rilievi devono garantire una elevata precisione, una copertura completa dell'area di indagine ed una risoluzione idonea alla finalità del MA; ad esempio, nel caso del rilievo morfologico è opportuno impiegare un range di acquisizione non superiore a 100-15m.

### **Morfologia costiera**

Il monitoraggio della morfodinamica costiera si rende necessario ogni qualvolta ci si appresta a realizzare opere la cui collocazione e struttura interferisce con le dinamiche litoranee che caratterizzano l'unità fisiografica costiera. Come è noto infatti, il trasporto sedimentario lungo le coste, quello che provvede ad alimentare i litorali sabbiosi, avviene fondamentalmente con due modalità, parallelamente e trasversalmente alla costa. La componente parallela è quella più consistente e quindi più importante, fondamentale nella distribuzione dei sedimenti che per lo più giungono al mare portati dai fiumi. In questo schema essenziale, le strutture aggettanti rispetto alla linea di costa sono in grado di determinare impatti a carico dei litorali circostanti poiché possono intercettare e/o deviare il trasporto solido parallelo alla riva.

Nell'ambito delle opere marittime sottoposte a VIA (quali i porti e le relative strutture, terminal marittimi) l'obiettivo del MA può essere utile, oltre che ad accertare

natura ed entità delle degli impatti, anche verificare l'efficacia di eventuali misure di mitigazione adottate dal Proponente, quali ad esempio, by pass di sedimenti intercettati dalle strutture sopraflutto.

Come di seguito illustrato, i parametri descrittivi da utilizzare per il monitoraggio, linea di riva e profili topografici della spiaggia (emersa e sommersa), rappresentano caratteristiche del litorale normalmente indagate allo scopo di studiare il regime morfodinamico del un tratto di costa interessato dal progetto di un'opera costiera, sin dalla fase di caratterizzazione propedeutica alla redazione dello SIA:

- la posizione della linea di riva costituisce una misura di tipo indiretto delle alterazioni del trasporto sedimentario determinate dalla realizzazione di opere aggettanti in mare. Tale indicatore, pur non fornendo dati quantitativi sulle alterazioni del *budget* sedimentario dell'area, è in grado di evidenziare l'induzione di un processo erosivo o di ampliamento della spiaggia causato da una qualche interferenza nel flusso naturale dei sedimenti. La linea di riva può essere definita in molteplici modi ma, considerata la necessità di fornire un riferimento univoco tale da garantire l'uniformità dei rilievi eseguiti, è consigliabile che venga identificata come la linea costituita dai punti di quota ortometrica pari a 0.00 m (dove per quota ortometrica di un punto si intende la sua distanza verticale rispetto alla superficie di riferimento del geoide). Tale definizione, a differenza di altre, individua una linea indipendente dalle oscillazioni di marea e da fenomeni meteorologici. Il rilievo può essere effettuato con vari metodi ed utilizzando strumenti differenti: deve essere comunque garantita precisione pari almeno a  $\pm 20$  cm. Tra le varie possibilità, l'utilizzo di ricevitori geodetici e del sistema GPS garantisce una elevata precisione per il rilievo della morfologia delle superfici ed in particolare delle coste sabbiose in cui sono assenti ostacoli fisici alla ricezione del segnale satellitare. L'accuratezza dei dati di posizionamento è dell'ordine di pochi cm fino ad un massimo di 10 cm (Brasington, 2000);
- i profili topografici, trasversali alla linea di riva, garantiscono una dettagliata conoscenza della morfologia di spiaggia nelle sue due porzioni, emersa e sommersa, consentendo di individuare le variazioni, non solo di ampiezza, ma anche di andamento della superficie, e di analizzare la distribuzione dei volumi di sedimento, consentendo l'interpretazione delle variazioni della morfodinamica. Con riferimento alla parte emersa l'equidistanza dei profili e il numero di punti rilevati lungo ciascuno di essi determinano il livello di

dettaglio della superficie ricostruita. Se non già stato effettuato in fase di caratterizzazione propedeutica allo SIA, dovranno essere determinati e fissati uno o più punti di riferimento (capisaldi), in funzione della metodologia che si intende adottare per i rilievi.

#### **6.2.2.4. Frequenza e durata dei monitoraggi**

##### **Colonna d'acqua**

In termini generali, e sempre tenendo conto delle caratteristiche dell'area marina e della tipologia di opera, la frequenza e la durata del monitoraggio dovranno prevedere una frequenza minima per le diverse fasi:

- ante operam: semestrale (minimo 2 volte in un anno);
- in corso d'opera: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera e in base alle specifiche tipologie di attività/effetti individuati nello SIA (in funzione del cronoprogramma delle attività di cantiere);
- post operam: frequenza semestrale, da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati ottenuti/attesi) e/o fino ad escludere eventuali impatti a medio/lungo termine. Nel caso di scarichi di effluenti in mare almeno 4 volte l'anno per i primi due anni, da rivalutare in seguito in funzione della portata e della natura dello scarico.

##### **Sedimenti**

- ante operam: una campagna prima dell'inizio dei lavori;
- in corso d'opera: una campagna al termine della realizzazione dell'opera o al termine delle principali fasi di realizzazione dell'opera che comportano la movimentazione dei fondali;
- post operam: nel caso di opere lineari, una campagna/anno per almeno 3 anni; nel caso di opere areali, una campagna/anno per almeno 5 anni. Le indagini post operam sono comunque da estendersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati del monitoraggio ante operam); nel caso scarichi in mare, almeno una campagna/anno per l'intero esercizio dell'opera.

##### **Biota**

###### **Bioaccumulo in bivalvi**

- ante operam: possibilmente stagionale (4 volte l'anno);

- in corso d'opera: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera, cercando di rispettare la stagionalità;
- post operam: con frequenza stagionale (4 volte l'anno), almeno per il primo anno, e poi semestrale (2 volte l'anno). Nel caso di scarichi di effluenti in mare, almeno una volta l'anno per l'intero esercizio dell'opera. Le indagini post operam sono comunque da estendersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati del monitoraggio ante operam).

#### Popolamenti a bivalvi

Durante le fasi ante operam e in corso d'opera (con tempistiche variabili da stabilire in base alla durata delle attività), le indagini devono essere eseguite con frequenza almeno stagionale. Durante la fase post operam le indagini devono essere eseguite con frequenza almeno stagionale fino al ripristino delle condizioni iniziali.

La durata del monitoraggio deve essere tale da verificare/escludere eventuali impatti a medio/lungo termine.

#### Comunità bentonica di fondi mobili

- ante operam: 2 volte con frequenza semestrale nei periodi primaverile (marzo-aprile) e autunnale (settembre - ottobre) al fine di evidenziare i cambiamenti stagionali del popolamento;
- in corso d'opera: 1 volta al termine della realizzazione dell'opera;
- post operam con frequenza semestrale per almeno 3 o 5 anni in base alle dimensioni e alla tipologia dell'opera; durante la fase post operam le indagini sono comunque da estendersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati delle prime fasi del monitoraggio); nel caso di scarico in mare, almeno 1 volta l'anno per l'intero esercizio dell'opera.

#### **Morfologia dei fondali**

I risultati dell'indagine ante operam, da eseguirsi 1 volta, confrontati con i risultati delle indagini eseguite immediatamente al termine del corso d'opera, 1 volta, permettono di valutare l'entità dell'alterazione morfologica e batimetrica del fondo. Le successive indagini, nell'ambito della fase post operam, da eseguirsi almeno 2 volte con frequenza triennale, permettono invece di valutare un eventuale recupero dell'assetto morfo-batimetrico del fondo.



### **Morfologia costiera**

Come è noto le spiagge sono entità morfologiche estremamente variabili nel tempo, essendo direttamente influenzate dal clima ondoso locale. E' tuttavia riconoscibile, per i litorali sabbiosi in equilibrio, un andamento ciclico stagionale, con accorciamenti nelle stagioni invernali ed una maggiore estensione nel periodo di prevalente calma ondosa dell'estate. E' auspicabile che tale andamento sia stato individuato e definito già in fase di caratterizzazione, poiché esso costituisce la "variabilità intrinseca del sistema" (Beachmed, 2004), che si sovrappone agli eventuali impatti determinati dalla realizzazione dell'opera.

Le indicazioni relative alla cadenza dei monitoraggi sono finalizzate a consentire la individuazione e la valutazione delle variazioni insite nel sistema spiaggia e legate alla stagionalità degli eventi meteo-marini (rilievi intraannuali) e l'effettivo *trend* di avanzamento/arretramento di medio-lungo termine che prescinde dalla stagionalità e resilienza tipica degli arenili (rilievi interannuali):

- ante operam, il monitoraggio è articolato su rilievi della linea di riva eseguiti con cadenza semestrale (in estate, in un momento di calma del clima ondoso, ed in inverno) e profili della spiaggia rilevati annualmente (nel periodo estivo); nel caso trascorran tempi lunghi prima dell'inizio dei lavori, è sufficiente che questa fase si limiti alla durata di un anno, quello che precede l'effettivo avvio della realizzazione dell'opera;
- in corso d'opera, CO, il monitoraggio è articolato come nell'ante operam (rilievi semestrali della linea di riva, annuali per quelli topografici) e particolare cura dovrà essere rivolta alla verifica ed alla conferma della corretta valutazione dell'area di influenza dell'opera e delle dimensioni degli impatti indotti sul litorale, attraverso l'analisi dell'evoluzione degli indicatori rilevati;
- post operam, in considerazione della intrinseca variabilità del fenomeno oggetto del monitoraggio, è auspicabile che la durata sia almeno pari a cinque anni; la cadenza semestrale per il rilievo della linea di riva può ridursi, dopo i primi tre anni, ad annuale, mentre per il rilievo dei profili di spiaggia è necessario rispettare la frequenza minima annuale per tutta la durata del monitoraggio.

#### **6.2.2.5. Metodologie e valori standard di riferimento**

##### Colonna d'acqua

Si rimanda a quanto riportato in Appendice (Normativa, Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse e best – Acque marine) e nella “Scheda di sintesi” riportata alla fine del presente Capitolo.

##### Sedimenti

Per il dettaglio delle metodologie e relative fonti di riferimento si rimanda all' Appendice 1 (Normativa, Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse e best – Acque marine) e, in particolare, alle “*Metodologie Analitiche di Riferimento- Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)*” (MATTM - ICRAM, 2001) e al “*Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*” (ICRAM - APAT, 2007).

##### Biota- bioaccumulo bivalvi

In ciascuna stazione dovrebbero essere raccolti (nel caso siano presenti organismi nativi) oppure trapiantati, un numero di individui compresi tra 200 e 300, di taglia approssimativamente tra il 70 e il 90% delle dimensioni massime della popolazione da cui sono raccolti. Il periodo di esposizione (nel caso di trapianti) che garantisce il raggiungimento delle condizioni di equilibrio è di circa 4 settimane, al termine del quale gli organismi devono essere recuperati, dissezionati e conservati ad una temperatura di -20°C per analisi di bioaccumulo, e -80°C per analisi di biomarker (oppure diverse temperature, secondo richieste specifiche del protocollo di indagine del biomarker scelto) fino al momento dell'analisi.

Per il dettaglio delle metodologie e relative fonti di riferimento si rimanda all' Appendice 1 (Normativa, Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse e best – Acque marine) e, in particolare a: “*Metodologie Analitiche di Riferimento - Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)*” (MATTM - ICRAM, 2001); per i biomarker, agli Annessi Tecnici delle “*Linee Guida JAMP per gli effetti biologici legati a specifici contaminanti*” (OSPARCOM, 2008) e delle “*Linee Guida JAMP per il monitoraggio degli effetti biologici generali*” (OSPARCOM, 1997); per l'utilizzo di strutture di biomonitoraggio (gabbie per il trapianto) possono essere seguite le indicazioni riportate nelle “*Linee Guida OSPAR per il monitoraggio dell'impatto ambientale di attività offshore di estrazione di idrocarburi*” (OSPARCOM, 2004).

*Comunità bentonica di fondi mobili*

Il prelievo dei campioni di sedimento per lo studio del macrozoobenthos dovrà essere effettuato tramite benna, di tipo Van Veen, aventi le seguenti caratteristiche: 0.1 m<sup>2</sup> di superficie di presa e 18/20 litri di volume.

Il prelievo dei campioni dovrà avvenire in maniera tale che ciascuna bennata raccolga un volume minimo di sedimento di almeno 5 litri per i campionamenti effettuati in corrispondenza di fondali con sedimenti sabbiosi e di almeno 10 litri per i campionamenti effettuati in corrispondenza di fondali fangosi.

Per ogni stazione di prelievo devono essere considerate 3 repliche avendo l'accortezza di verificare, per ciascuna replica, che lo strumento abbia lavorato in condizioni ottimali e che non si sia avuta la fuoriuscita di sedimento. Per ogni stazione di campionamento va effettuata un'ulteriore quarta replica per le indagini relative alla granulometria e al contenuto di carbonio organico.

Per il dettaglio delle metodologie e relative fonti di riferimento si rimanda all'Appendice 1 (Normativa, Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse e best – Acque marine).

L'esecuzione dei monitoraggi (strumentazione, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, modalità di campionamento, ecc.) dovrà essere conforme a quanto previsto dalle linee guida e dagli standard adottati a livello internazionale e nazionale; a tale riguardo, si rimanda all'Appendice in cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo di riferimenti (normativa, documenti tecnici, linee guida, ecc.) e a quanto riportato nella "Scheda di sintesi" riportata alla fine del presente Capitolo.

Le normative di riferimento (D.Lgs. 152/2006, D.M. 260/2010; D.Lgs. 219/2010) definiscono i valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità delle acque, dei sedimenti e dell'ecosistema marino. Per ciascun ambito di monitoraggio e relativi parametri i valori di riferimento sono riportati nella seguente scheda di sintesi. Ove per alcuni parametri non siano già disponibili valori limite e valori standard di riferimento in base a normative o protocolli standardizzati, tali valori vanno identificati in base ai dati disponibili per l'area di monitoraggio ovvero, in loro assenza, in base ai dati acquisiti ad hoc nella fase ante operam per la caratterizzazione "sito specifica".

## ACQUE MARINE – Scheda di sintesi

Obiettivi specifici del MA	Ambito oggetto del MA	Parametri descrittivi	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/durata dei monitoraggi	Metodologie di riferimento	Valori limite o valori standard di riferimento
VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	Caratteristiche generali (chimico-fisiche)	Correntometria Temperatura Salinità Densità Fluorescenza Ossigeno disciolto pH Trasparenza Torbidità Solidi sospesi	Opere di tipo lineare: stazioni lungo il tracciato su transesti posizionati ortogonalmente all'opera o in base alle correnti presenti.  Opere di tipo areale: stazioni a distanza progressiva dall'opera lungo uno o più transesti da selezionare in base alle correnti presenti. Ulteriori stazioni di indagine, in un numero significativo, devono essere previste in prossimità di ecosistemi sensibili nei pressi dell'opera	Fase AO: frequenza semestrale (minimo 2 volte l'anno);  Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alle tipologie di impatto individuato dal SIA.  Fase PO: frequenza semestrale da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) e/o fino ad escludere eventuali impatti a medio/lungo termine; nel caso di scarichi di effluenti in mare almeno una volta l'anno per l'intero esercizio dell'opera.	Manuale ICRAM 2001  Grasshoff, K., Kremling (2007)  UNESCO (1988)	D.Lgs. 152/2006, DM 260/2010 come standard di riferimento per stato di ossigenazione, nutrienti (DIN, orto fosfato), sostanze chimiche organiche ed inorganiche
	Caratteristiche chimiche ed ecotossicologiche (solo in presenza di scarichi)	Nutrienti; Contaminanti organici e inorganici selezionati in base ai possibili impatti individuati nel SIA Batteria di saggi biologici costituita da almeno 3 organismi-test.	Lungo transesti orientati secondo la corrente prevalente, a partire dalla immediata prossimità dello scarico.	Fase AO: una volta prima dell'inizio dello scarico; Fase PO: minimo 4 volte l'anno per i primi due anni; da rivalutare in seguito in funzione della portata e della natura dello scarico.	DLgs. 219/2010 per i parametri chimici nelle acque Manuali e Linee Guida ISPRA nr. 67/2011	
CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE DEI SEDIMENTI MARINI	Caratteristiche chimiche, fisiche ed ecotossicologiche	Granulometria, % umidità, peso specifico; metalli pesanti, idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organo clorurati; composti organostannici; sostanza organica totale, azoto e fosforo totale, TOC. Parametri microbiologici. Saggi ecotossicologici Ulteriori parametri possono essere aggiunti in base alla tipologia di emissioni dell'opera in oggetto.	Opere di tipo lineare: stazioni su transesti ortogonali all'opera. Opere di tipo areale: stazioni a distanza progressiva dall'opera su uno o più transesti da selezionare in base alla corrente dominante e principale.  L'estensione dell'area di indagine deve essere effettuata sulla base delle risultanze ottenute dal SIA.	Fase AO: 1 volta. Fase CO: 1 volta al termine della realizzazione dell'opera o al termine delle principali fasi di realizzazione dell'opera che comportano la movimentazione dal fondo. Fase PO per ad impatto lineare: 1 volta l'anno per almeno 3 anni. Fase PO per ad impatto areale: 1 volta l'anno, per almeno 5 anni.  Le indagini post operam sono da estendersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati); nel caso di emissioni in mare, almeno 1 volta l'anno per l'intero esercizio dell'opera.	Manuale ICRAM, 2001 e successivi aggiornamenti (sito web ISPRA)  Per i saggi biologici: protocolli standardizzati, Manuale/Linee Guida 67/2011 e criteri di cui al paragr. A.2.6.1 del DM 260 del 2010, manuale APAT-ICRAM (2007) sulla movimentazione dei fondali marini	D.M. 260/10 (ex DM 56/09) e D.Lgs. 219/10, definiscono valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità dei sedimenti di aree marino costiere e di transizione

## ACQUE MARINE – Scheda di sintesi

Obiettivi specifici del MA	Ambito oggetto del MA	Parametri descrittivi	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/durata dei monitoraggi	Metodologie di riferimento	Valori limite o valori standard di riferimento
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SUL BIOTA	Caratteristiche chimiche e biochimiche	Bioaccumulo di contaminanti organici e inorganici (individuati anche in base al SIA) in organismi filtratori (mitili) nativi e/o trapiantati. Analisi di biomarker (es. alterazioni fisiologiche, alterazioni del sistema antiossidante, danno al DNA), in organismi filtratori (mitili) nativi e/o trapiantati.	Opere di tipo lineare e areale: stazioni a distanza progressiva dall'opera lungo uno o più transetti, da selezionare in base alla corrente dominante (valutare eventuale vicinanza ad impianti di maricoltura).  Particolare attenzione va posta se sono previsti scarichi di effluenti in mare.	Fase AO: possibilmente stagionale; Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera cercando di rispettare la stagionalità (in base alla tipologia di impatto individuato dal SIA); Fase PO: con frequenza stagionale per il primo anno, poi semestrale. Nel caso di scarichi di effluenti in mare, almeno una volta l'anno per l'intero esercizio dell'opera.	Manuale ICRAM, 2001. Per i biomarker: Linee Guida JAMP OSPARCOM, 1997, 2004, 2008.	I valori di standard di qualità e le specifiche su i parametri di qualità sono riportati nel DM 260/10 (ex DM 56/2009) e nel D-Lgs. 219/2010. Per i parametri che non hanno SQA e per i biomarker la valutazione dei risultati deve essere eseguita mediante un confronto rispetto ad una popolazione "di controllo"
	Analisi dei popolamenti naturali a bivalvi*  (*da effettuare per le specie di bivalvi individuate come risorsa rilevante per l'area)	Abbondanza, biomassa, struttura per taglia e classi d'età del popolamento, valutazione dello stadio di sviluppo gonadico, indici fisiologici. Durante i campionamenti per le analisi quantitative vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali della colonna d'acqua.	Opere di tipo lineare: stazioni su transetti ortogonali all'opera; Opere di tipo areale: stazioni a distanza progressiva dall'opera su uno o più transetti da selezionare in base alla corrente dominante e principale. L'estensione dell'area di indagine deve essere effettuata sulla base delle risultanze ottenute dal SIA, in ogni caso deve estendersi sino ad una distanza tale da non riscontrare presumibilmente impatti derivanti dall'opera	Fase AO: indagini con frequenza almeno stagionale. Fase CO: indagini con frequenza almeno stagionale; con tempistiche variabili da stabilire in base alla durata della fase.  Fase PO: indagini con frequenza almeno stagionale fino al ripristino delle condizioni iniziali.  La durata del monitoraggio deve essere tale da verificare/escludere eventuali impatti a medio/lungo termine.	Protocolli metodologici (letteratura scientifica)	
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SUL BIOTA	Popolamenti ittici Fanerogame marine Comunità bentoniche di fondi duri (flora e fauna) Mammiferi e tartarughe marine	Si rimanda a quanto descritto nel Cap.6.4 delle Linee Guida PMA (Biodiversità – Vegetazione, flora e fauna)				

## ACQUE MARINE – Scheda di sintesi

Obiettivi specifici del MA	Ambito oggetto del MA	Parametri descrittivi	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/durata dei monitoraggi	Metodologie di riferimento	Valori limite o valori standard di riferimento
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SUL BIOTA	Comunità bentonica di fondi mobili	Analisi della struttura della comunità (calcolo degli indici strutturali) e segnalazione delle specie sensibili. Durante i campionamenti vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali connessi con la comunità bentonica (es: granulometria e contenuto organico)	Opere di tipo lineare: stazioni su transetti ortogonali all'opera; Opere di tipo areale: stazioni a distanza progressiva dall'opera su uno o più transetti da selezionare in base alla corrente dominante e principale. <i>altre opere:</i> stazioni su griglia regolare. L'estensione dell'area di indagine deve essere effettuata sulla base delle risultanze ottenute dal SIA, in ogni caso deve estendersi sino ad una distanza tale da riscontrare, presumibilmente, l'assenza di impatti derivanti dall'opera.	Fase AO: 2 volte con frequenza semestrale; Fase CO: una volta al termine della realizzazione dell'opera Fase PO: con frequenza semestrale per 3 o 5 anni, e comunque fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati); nel caso di scarico in mare, almeno 1 volta l'anno per l'intero esercizio dell'opera.	AAVV. 2013. DM 56/2009 ISO/DIS 16665. 2014. AA.VV. ISPRA. 2008. Gambi M.C., Dappiano M, 2003.	DM 260/10
VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEL FONDALE	Assetto morfo-batimetrico	Morfologia e batimetria	Opere lineari: almeno 1,5 km a cavallo dell'asse; lunghezza variabile anche in funzione della eventuale presenza di ecosistemi sensibili. Opere areali: area baricentrica rispetto all'opera con estensione variabile in funzione delle caratteristiche dell'opera e della eventuale presenza di ecosistemi sensibili	Fase AO: 1 volta; Fase CO: 1 volta al termine della realizzazione dell'opera; Fase PO: almeno 2 volte con frequenza triennale.	Si rimanda ai riferimenti riportati in Appendice	-
VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE COSTIERE	Processi morfodinamici	Linea di riva Topografia della spiaggia	Area di influenza dell'opera (come definita nello SIA)	Fase AO (durata 1 anno): linea di riva con cadenza semestrale; topografia con cadenza annuale Fase CO: linea di riva con cadenza semestrale; topografia con cadenza annuale Fase PO (durata minima 5 anni): linea di riva con cadenza semestrale i primi tre anni, successivamente annuale; topografia con cadenza annuale		-

### **6.2.3. Acque di transizione**

#### **6.2.3.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale**

Sono individuati i seguenti cinque obiettivi specifici che si articolano in diversi ambiti, finalizzati al monitoraggio delle variazioni delle:

- caratteristiche della colonna d'acqua
- caratteristiche idrodinamiche
- caratteristiche del sedimento
- caratteristiche morfologiche
- effetti sulle comunità biologiche significative.

Le indagini chimico-fisiche e chimiche hanno lo scopo di descrivere e verificare eventuali alterazioni dei parametri in funzione degli impatti attesi e di fornire una base interpretativa ai risultati delle indagini biologiche ed ecotossicologiche, utilizzate queste ultime come indicatore indiretto della qualità della colonna d'acqua e del sedimento.

L'ecotossicologia, il bioaccumulo e i biomarkers di contaminanti specifici saranno ambiti di indagine da considerare, nel caso in cui siano previsti impatti relativi alle caratteristiche della qualità chimica della colonna d'acqua e/o del sedimento, ad integrazione dei parametri chimici relativi alle acque e ai sedimenti.

Considerando la complessità degli ambienti di transizione, qualora il SIA preveda impatti in termini di variazione delle caratteristiche idrodinamiche e morfologiche dell'area, è opportuno prevedere l'utilizzo congiunto di misurazioni dirette e implementazione di modelli numerici, opportunamente calibrati, per la valutazione, a seconda dei casi, della variazione delle correnti, del moto ondoso, del regime di marea, del trasporto di sedimenti, oltre che della variazione delle caratteristiche morfologiche a medio e lungo termine.

Gli effetti sulle comunità biologiche andranno monitorati in relazione alle specie e alle biocenosi più sensibili, quali indicatori biologici delle variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche degli ambienti di transizione; come per le acque superficiali e marine per la matrice biotica (flora, vegetazione, fauna, ecosistemi) i contenuti riportati nel presente Capitolo vanno adeguatamente integrati ed approfonditi con quanto riportato in merito all'ambiente marino nel Capitolo 6.4 - Biodiversità (Vegetazione, Flora,

Fauna) con particolare riferimento a popolamenti ittici, anfibi, rettili e macrofite (fanerogame).

#### **6.2.3.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

La localizzazione delle aree e punti di indagine andrà selezionata sulla base dell'areale dell'impatto previsto nel SIA, in funzione della tipologia dell'opera e delle caratteristiche ambientali dell'area. L'areale di impatto può essere di tipo lineare nel caso di opere lineari (es. cavi, condotte) o areale nel caso di opere areali (es. porti); per ciascun obiettivo ed ambito si rimanda a quanto riportato nella "Scheda di sintesi" riportata al termine del presente Capitolo.

La localizzazione e densità delle stazioni di monitoraggio deve essere definita tenendo in considerazione l'elevata variabilità spaziale degli ambienti di transizione, fermo restando una valutazione dei costi-benefici dello sforzo di campionamento.

L'estensione dell'area di indagine deve essere tale da permettere una verifica *ex post* delle previsioni del SIA in termini di areale di impatto ed estendersi quindi sino ad una distanza tale da riscontrare l'assenza di impatti derivanti dall'opera. Tale distanza va definita anche in relazione ai campi di moto e alla morfologia del sito.

#### **6.2.3.3. Parametri descrittivi (indicatori)**

Oltre ai parametri specifici da selezionare in base alla tipologia di impatto potenziale individuato nello SIA, in generale andranno monitorati anche i principali parametri descrittivi delle caratteristiche chimiche e/o microbiologiche dell'acqua e/o dei sedimenti; possono essere inoltre previsti specifici test ecotossicologici, di bioaccumulo e biomarker.

In presenza di una significativa movimentazione di sedimenti, particolare attenzione va posta alla scelta del set di parametri caratterizzanti l'impatto legato ai fenomeni di risospensione dei sedimenti nella colonna d'acqua (trasparenza, torbidità, solidi sospesi, ecc.); in corso d'opera per il monitoraggio della torbidità è preferibile l'utilizzo anche di sonde in continuo opportunamente localizzate, eventualmente accoppiate a campagne di misura lungo transetti.

Relativamente alla valutazione delle variazioni idrodinamiche e morfologiche, oltre ai parametri riportati nella "Scheda di sintesi", possono essere utilizzati ulteriori indicatori stimati tramite l'applicazione di modelli idrodinamici (es. tempo di



residenza); in tal caso il monitoraggio deve prevedere anche misure finalizzate alla calibrazione e validazione dei modelli utilizzati.

#### **6.2.3.4. Frequenza/durata dei monitoraggi**

La frequenza dei monitoraggi potrà essere diversa a seconda del parametro e della fase di attività considerata (vedi "Scheda di sintesi").

Qualora lo SIA preveda un'alterazione di un parametro chimico/fisico specifico (es. temperatura, salinità, cloruri, ecc...), o delle comunità biologiche, in mancanza di una robusta ed aggiornata banca dati pregressa, nella fase *ante operam* le frequenze di monitoraggio dovranno essere tali da costituire una caratterizzazione "sito specifica" sufficientemente robusta tenendo conto della variabilità spaziale e temporale, e comunque non inferiore ad un anno.

La frequenza e la programmazione del monitoraggio in corso d'opera dovrà adattarsi all'effettivo cronoprogramma delle attività di cantiere mentre , in generale, in fase *ante-operam* e *post-operam* dovranno le tempistiche dovranno essere sufficienti a discriminare, per quanto possibile, le eventuali alterazioni riconducibili all'opera dalla naturale variabilità interannuale degli indicatori utilizzati.

Rispetto a quanto riportato nella "Scheda di sintesi" frequenze diverse devono essere definite per i parametri che monitorati in continuo, in particolare se funzionali alla definizione di soglie specifiche per l'attivazione di procedure di allerta/allarme (es. torbidità).

Nella fase di esercizio dell'opera il monitoraggio dovrà proseguire per un periodo successivo tale da verificare (o escludere) eventuali alterazioni ambientali.

Se è previsto uno scarico, oltre ai controlli previsti dalla normativa, dovrà essere effettuato un monitoraggio delle matrici potenzialmente influenzate dallo scarico con un tempo congruo a rilevare eventuali alterazioni acute e/o croniche.

Negli ambienti di transizione soggetti ad escursioni mareali i campionamenti dei parametri relativi alla matrice acqua andranno effettuati in corrispondenza delle fasi di quadratura, ad esclusione dei parametri che vengono monitorati in continuo e di quelli per cui è necessario valutare la dispersione in diverse fasi di marea (vedi "Scheda di sintesi").

#### **6.2.3.5. Metodologie e valori standard di riferimento**

L'esecuzione dei monitoraggi (strumentazione, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, modalità di campionamento, ecc.) dovrà essere conforme a quanto previsto dalle linee guida e dagli standard adottati a livello internazionale e nazionale; a tale riguardo, si rimanda all'Appendice in cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo di riferimenti (normativa, documenti tecnici, linee guida, ecc.) e a quanto riportato nella "Scheda di sintesi" riportata alla fine del presente Capitolo.

Le normative di riferimento (D.Lgs. 152/2006; D.M. 260/2010) definiscono i valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità delle acque, dei sedimenti e dell'ecosistema in ambienti di transizione. Per ciascun ambito di monitoraggio e relativi parametri i valori di riferimento sono riportati, ove disponibili, nella seguente scheda di sintesi. Ove per alcuni parametri non siano già disponibili valori limite e valori standard di riferimento in base a normative o protocolli standardizzati, tali valori vanno identificati in base ai dati disponibili per l'area di monitoraggio ovvero, in loro assenza, in base ai dati acquisiti ad hoc nella fase ante operam per la caratterizzazione "sito specifica".

## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
A. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	A.1 Caratteristiche generali (chimico-fisiche)	Temperatura Salinità Ossigenazione pH Trasparenza Torbidità Solidi sospesi	Opere lineari: stazioni su transesti posizionate ortogonalmente all'opera o in base alle correnti dominanti.	Fase AO: frequenza stagionale (minimo 4 volte l'anno)  Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alle tipologie di impatto individuato dal SIA.  Fase PO: frequenza stagionale da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) e/o fino ad escludere eventuali effetti / impatti a medio e /lungo termine.	Manuale ICRAM 2001, Metodologie analitiche di riferimento.  Manuali e linee Guida ISPRA	D.Lgs. 152/2006, DM 260/2010 come standard di riferimento per stato di ossigenazione, nutrienti (DIN, orto fosfato), sostanze chimiche organiche ed inorganiche
	A.2 Caratteristiche chimiche	Nutrienti Contaminanti organici e inorganici selezionati in base ai possibili impatti individuati nel SIA				
	A.3 Ecotossicologia	Saggi ecotossicologici	Opere areali: stazioni a distanza progressiva dall'opera lungo uno o più transesti da selezionare in base alle correnti dominanti e alle caratteristiche morfologiche	Fase AO: 1 volta Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alle tipologie di impatto individuato dal SIA. Fase PO: almeno 1 volta all'anno da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) e/o fino ad escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine.	Manuale di Ecotossicologia, Linea Guida 67/2011 "Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre". Protocolli normati o in corso di standardizzazione (es. ASTM, UNICHIM, ISO,...).	
	A.4 Bioaccumulo, biomarker	Bioaccumulo e biomarker su popolazioni trapiantate e/o naturali di organismi filtratori (mitili); bioaccumulo e biomarker su popolamenti ittici *  *solo in opere con impatto areale laddove l'impatto dichiarato nel SIA influenzi l'areale delle specie ittica	Opere lineari e areali: stazioni ricadenti nell'intorno dell'opera	Fase AO: frequenza possibilmente stagionale (4 volte l'anno)  Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alle tipologie di impatto individuato dal SIA  Fase PO: frequenza possibilmente stagionale da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) e/o fino ad escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine	Manuale ICRAM, 2001, Metodologie analitiche di riferimento del programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero. Per i biomarker: protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica).	I valori di standard di qualità sono riportati nel D.lgs. 152/2006, DM 260/10. Per i parametri che non hanno SQA e per i biomarker, la valutazione dei risultati deve essere eseguita rispetto ad una popolazione "di controllo"  Regolamento CE 1881/2006

## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
B. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE	B.1 Variazione delle correnti	Velocità (intensità e direzione) Portata	In sezioni rappresentative delle zone di connessione ambiente di transizione-mare nel caso sia ipotizzabile un'alterazione dei flussi su ampia scala e dei volumi scambiati In sezioni rappresentative dei canali a marea all'interno dell'area di potenziale impatto individuata dal SIA. Sui bassofondali in prossimità di ecosistemi di pregio o di target sensibili (es. zone nursery, aree a fanerogame, ecc.).	Fase AO: se non già disponibili un numero sufficiente di misure per la caratterizzazione del campo di moto in differenti condizioni meteo marine. Fasi CO e PO: numero sufficiente di misure, finalizzato a caratterizzare eventuali variazioni in differenti condizioni meteo marine.	Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica). Correntometri	
	B.2 Variazione del moto ondoso	Altezza/periodo d'onda <i>Da monitorare in caso di sostanziale variazione del traffico acqueo nelle diverse fasi di costruzione/esercizio dell'opera o nel caso di interventi che possono modificare indirettamente il campo di moto (es. approfondimento del fondale)</i>	Sui bassifondi limitrofi ai canali di navigazione lungo transetti perpendicolari all'asse principale del canale; in prossimità di target sensibili se presenti	Fase AO: se non già disponibili un numero sufficiente di misure per la caratterizzazione del moto ondoso in differenti condizioni meteo marine. Fasi CO e PO: numero sufficiente di misure, finalizzato a caratterizzare eventuali variazioni in differenti condizioni meteo marine e di uso del sito (nel caso di aumento del moto ondoso da natanti)	Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica). Ondametri.	
	B.3 Variazione del regime di marea	Ampiezza/periodo onda di marea	Reti di monitoraggio istituzionale esistenti o nuove stazioni rappresentative dell'area di impatto	In continuo	ISPRA, 2012. Manuale di mareografia e linee guida per i processi di validazione dei dati mareografici. Manuali e linee guida 77/2012	

## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
C. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL SEDIMENTO	C.1 Caratteristiche fisico-chimiche	Granulometria Densità peso specifico Contenuto d'acqua pH Potenziale redox	Opere lineari: stazioni su transetti posizionati ortogonalmente all'opera o in base alle correnti dominanti e principale; Opere areali: stazioni a distanza progressiva dall'opera su uno o più transetti da selezionare in base alle correnti dominanti e principale e alle caratteristiche morfologiche	Fase AO: 1 volta Fase CO: 1 volta al termine della realizzazione dell'opera; Fase PO: indagini da effettuarsi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) e/o fino ad escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine.	Manuale ICRAM, 2001. Metodologie analitiche di riferimento del programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero. Per i saggi biologici: protocolli standardizzati (es. ASTM, UNICHIM, ISO,...). Manuale di Ecotossicologia Linea Guida 67/2011 "Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre".	I valori degli standard di qualità per i sedimenti marino-costieri e di transizione sono riportati nel Dlgs 152/2006, DM 260/10 (Tab. 2/A e 3/B). Per i saggi ecotossicologici: secondo indicazioni del paragr. A.2.6.1 del DM 260 del 2010 (Rif. Tab. 2.4 del "Manuale per la movimentazione di sedimenti marini" MATTM-ICRAM- APAT 2007).
	C.2 Caratteristiche chimiche	Nutrienti, Contaminanti organici e inorganici selezionati in base ai possibili impatti individuati nel SIA				
	C.3 Ecotossicologia	Saggi ecotossicologici				
	C.4 Bioaccumulo e biomarker	Bioaccumulo e biomarker su popolazioni naturali di organismi filtratori (vongole); bioaccumulo e biomarker su popolamenti ittici*  *solo in opere con impatto areale laddove l'impatto dichiarato nel SIA influenzi l'areale delle specie ittica	Opere lineari e areali: stazioni ricadenti nell'intorno dell'opera	Fase AO: frequenza possibilmente stagionale (4 volte l'anno) Fase CO: durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera in base alle tipologie di impatto individuato dal SIA. Fase PO: frequenza possibilmente stagionale da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali (da verificare in base ai risultati) e/o fino ad escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine.	Manuale ICRAM, 2001. Metodologie analitiche di riferimento del programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero. Per i biomarker: protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica).	I valori di standard di qualità sono riportati nel D.lgs. 152/2006, DM 260/10. Per i parametri che non hanno SQA e per i biomarker, la valutazione dei risultati deve essere eseguita rispetto ad una popolazione "di controllo". Regolamento CE 1881/2006

## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
D. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	D.1 Variazioni delle dinamiche di erosione e di sedimentazione	Topo-batimetria	Opere lineari : rilievi lungo il tracciato e su transetti da posizionare perpendicolarmente all'opera. Opere areali : piano quotato o rilievi lungo transetti da selezionare in base alle caratteristiche dell'area di impatto (forma, campo di moto e caratteristiche morfologiche) e alla presenza di target sensibili.	Fase AO: integrazione delle informazioni esistenti con un rilievo aggiornato e dettagliato per l'area in cui sono previste possibili variazioni morfologiche.  Fase PO: un rilievo al termine dei lavori per verificare eventuali variazioni riconducibili a cantiere. Successivamente la frequenza e durata del monitoraggio va definita sulla base delle variazioni a medio-lungo termine previste dal SIA ed eventualmente rimodulate sulla base delle evidenze del monitoraggio nel caso di variazioni topo-batimetriche diverse da quelle attese.	Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica). Strumentazione GPS (palina), Singlebeam, multibeam in funzione della profondità dell'acqua. Utilizzo di strumenti di telerilevamento (es. rilievi LiDAR) da valutare in termini di costi/benefici	
		Tasso di sedimentazione  <i>Oltre che nel caso di variazione delle dinamiche di sedimentazione, in fase di cantiere può essere utilizzato ad integrazione delle misure di torbidità e solidi sospesi, come parametro indiretto per stimare a posteriori l'impatto derivante dai fenomeni di risospensione/sedimentazione di sedimenti.</i>	Stazioni a distanza progressiva dai target sensibili individuati nel SIA.	Fase AO: durata sufficiente a caratterizzare le dinamiche di sedimentazione nell'area in diverse condizioni meteomarine (minimo un anno) Fase CO: per tutta la durata delle attività che comportano movimentazione di sedimenti.  Fase PO: da prevedere qualora sia prevista una alterazione persistente delle dinamiche di risospensione/ sedimentazione per una durata sufficiente a caratterizzare le nuove condizioni e valutarne l'impatto.  Per tutte le fasi AO, CO, PO: la frequenza di analisi/quantificazione del materiale depositato dipende dal tasso di sedimentazione (circa ogni 15-30 gg).	Protocolli metodologici pubblicati (da letteratura scientifica)  Trappole di sedimentazione	

## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
E. VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SULLE COMUNITÀ BIOLOGICHE	E.1 Plancton	Analisi quali-quantitative (composizione, abbondanza, biomassa). Indici di qualità ecologica Durante i campionamenti vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali connessi con il plancton	Opere lineari: stazioni su transetti intersecanti l'opera da posizionare ortogonalmente all'opera o in base alle correnti dominanti e principale; Opere areali: stazioni a distanza progressiva dall'opera lungo uno o più transetti da selezionare in base alle correnti dominanti e alle caratteristiche morfologiche.	Fasi AO e CO: frequenza stagionale (4 volte l'anno). Fase PO: frequenza stagionale da ripetersi fino al ripristino delle condizioni iniziali e/o fino ad escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine.	Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica)  Protocolli ISPRA per monitoraggio Dir. 2000/60/CE, 2011 e riferimenti citati. Manuale ISPRA, 2010	
	E2 Macrofite	<b>Fanerogame:</b> mappatura delle praterie; descrittori fisiografici (tipologia, limiti), strutturali (densità, copertura) e funzionali (fenologia, verifica dei processi germinativi o di necrosi); analisi della componente epifitica (numero specie, ricoprimento, biomassa)  <b>Macroalghe:</b> (composizione tassonomica, abbondanza, copertura, biomassa)  Indici di qualità ecologica  Durante i campionamenti vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali connessi con le macrofite (es: trasparenza, torbidità, nutrienti, granulometria, ecc..)	Necessaria una valutazione preliminare della eterogeneità interna e degli habitat presenti (studi pregressi, parere esperto). L'area di studio deve essere selezionata preferibilmente sulla base della corrente dominante e principale e delle caratteristiche morfologiche: saranno considerate le praterie ricadenti all'interno dell'area di impatto poste a distanza progressiva dall'opera.	Fasi AO e CO: mappatura delle fanerogame una volta all'anno. 2 volte all'anno (primavera e autunno) per i parametri necessari per l'applicazione degli indici di qualità ecologica (copertura specifica per fanerogame; composizione, abbondanza e copertura per le macroalghe). Per i rimanenti parametri almeno 2 volte all'anno (primavera e autunno), preferibilmente frequenza stagionale Frequenze più elevate sono necessarie in caso di monitoraggio finalizzato alla stima della biomassa algale  Fase PO: stessa frequenza delle fasi precedenti per una durata tale da escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine.	Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica)  Protocolli ISPRA per monitoraggio Dir. 2000/60/CE, 2011 e referenze citate. DM 260/2010. Procedure di campionamento e valutazione della qualità biologica del corpo idrico	Per gli indici di qualità cfr. D.lgs. 152/2006, DM 260/10, Allegato 1, A.4.4.1
	Per ciò che concerne la metodologia, l'unità di campionamento, la frequenza della raccolta dati, gli eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati e le fonti di riferimento si rimanda anche a quanto descritto nel Cap.8 "Componente vegetazione flora e fauna (Biodiversità)"					

## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
	E3 Comunità bentonica	<p>Analisi della struttura della comunità (calcolo degli indici strutturali); Indici di qualità ecologica</p> <p>Durante i campionamenti vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali connessi con la comunità bentonica (es: granulometria, contenuto organico, salinità, ecc..)</p>	<p>Necessaria una valutazione preliminare della eterogeneità interna e degli habitat presenti (studi pregressi, parere esperto)</p> <p>Opere lineari: stazioni su transetti intersecanti l'opera da posizionare in base alle correnti dominanti e principale, alle caratteristiche morfologiche e degli habitat presenti</p> <p>Opere areali: stazioni a distanza progressiva dall'opera su uno o più transetti da selezionare in base alle correnti dominanti, alle caratteristiche morfologiche e agli habitat presenti.</p>	<p>Fasi AO e CO: 2 volte all'anno (primavera e autunno);</p> <p>Fase PO: 2 volte all'anno (primavera e autunno) fino al ripristino delle condizioni iniziali.</p> <p>La durata del monitoraggio deve essere tale da escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine.</p>	<p>Protocolli ISPRA per monitoraggio Dir. 2000/60/CE, 2011 e referenze citate.</p> <p>D.Lgs. 152/2006, DM 260/2010.</p> <p>Procedure di campionamento e valutazione della qualità biologica del corpo idrico.</p>	<p>Per gli indici di qualità cfr. D.Lgs. 152/2006, DM 260/10, Allegato 1, A.4.4.1</p>
	E.4 Analisi dei popolamenti a bivalvi*  (*da effettuare per le specie di bivalvi individuate come risorsa rilevante per l'area)	<p>Abbondanza, biomassa, struttura per taglia e classi d'età del popolamento, valutazione dello stadio di sviluppo gonadico, indici fisiologici..</p> <p>Durante i campionamenti vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali della colonna d'acqua (in particolare nelle vicinanze del fondo) quali temperatura, salinità, ossigeno.</p> <p>Nel caso di specie di interesse Comunitario i monitoraggi dovranno essere di tipo non invasivo</p>	<p>Necessaria una valutazione preliminare della distribuzione degli stocks (studi pregressi, parere esperto)</p> <p>Opere lineare e areali: stazioni a distanza progressiva dall'opera</p>	<p>Fase AO: indagini almeno stagionali</p> <p>Fase CO: indagini almeno stagionali con tempistiche variabili da stabilire in base alla durata della fase.</p> <p>Fase PO: indagini almeno stagionali fino al ripristino delle condizioni iniziali (la durata del monitoraggio deve essere tale da escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine)</p>	<p>Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica)</p>	



## ACQUE DI TRANSIZIONE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione dei monitoraggi	Frequenza/Durata dei monitoraggi	Metodologia di riferimento/tecnica di misura	Valore limite o valore standard di riferimento
	E.5 Analisi popolamenti ittici	<p>Pesca con attrezzi professionali. A seconda della tecnica impiegata, ottenere dati di abbondanza, biomassa, taglia/peso, stadi di maturità, età.</p> <p>Indici di qualità ecologica</p> <p>Durante i campionamenti vanno effettuate contestualmente le misure dei principali parametri ambientali connessi con la fauna ittica (es.: salinità, ossigeno, ecc..)</p> <p>Nel caso di specie di interesse Comunitario i monitoraggi dovranno essere di tipo non invasivo</p>	<p>Necessaria una valutazione preliminare della eterogeneità interna e degli habitat presenti (studi pregressi, parere esperto)</p> <p>Opere lineare e areali: stazioni a distanza progressiva dall'opera</p>	<p>Fasi AO e CO: almeno 2 volte all'anno (primavera e autunno), preferibilmente frequenza stagionale.</p> <p>Fase PO: almeno 2 volte all'anno (primavera e autunno), preferibilmente frequenza stagionale fino al ripristino delle condizioni iniziali (la durata del monitoraggio deve essere tale da escludere eventuali effetti / impatti a medio e lungo termine)</p>	<p>Protocolli metodologici pubblicati (letteratura scientifica)</p> <p>Protocolli ISPRA per monitoraggio Dir. 2000/60/CE, 2011 e referenze citate</p>	
Per ciò che concerne la metodologia, l'unità di campionamento, la frequenza della raccolta dati, gli eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati e le fonti di riferimento si rimanda anche quanto descritto nel Cap.8 "Componente vegetazione flora e fauna (Biodiversità)"						

#### **6.2.4. Acque sotterranee**

##### **6.2.4.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale**

Il PMA dell'ambiente idrico sotterraneo e delle risorse idriche ad esso connesse deve essere progettato e sviluppato in modo continuo in ogni fase dello sviluppo dell'opera in progetto, allo scopo di ottenere sufficienti dati per verificare nel tempo lo stato qualitativo e quantitativo<sup>2</sup> dei corpi idrici potenzialmente interferiti dalle azioni di progetto.

Il monitoraggio deve essere riferito agli ambiti di maggiore sensibilità e vulnerabilità della risorsa idrica, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, individuati nell'ambito dello SIA, riguardo all'ubicazione/tipologia delle azioni di progetto ed alla natura ed entità dei fattori di pressione/impatto.

In particolare, sulla base delle caratteristiche idrogeologiche dell'area, il PMA dovrebbe prioritariamente essere rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;
- zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell'interfaccia acque dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;
- corsi d'acqua superficiali in interconnessione idraulica con la falda;
- aree di particolare "sensibilità" e rilevanza ambientale e/o socio – economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);

---

<sup>2</sup>Note: per "variazioni qualitative" si intendono le eventuali modifiche delle caratteristiche fisico-chimico-biologiche delle acque sotterranee indotte dalle attività di realizzazione del progetto; per "variazioni quantitative" si considerano le variazioni positive o negative, dei parametri idraulici, indotte negli acquiferi che possono verificarsi a seguito delle azioni del progetto (quali, modifiche della superficie piezometrica, variazione della produttività di pozzi e/o della portata di sorgenti, depauperamento della risorsa idrica per emungimento di acque di falda ecc.).

- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti ecc.

#### **6.2.4.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

La scelta delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio costituisce uno degli aspetti fondamentali per l'esito del monitoraggio della risorsa idrica sotterranea e di quelle superficiali in interconnessione idraulica con la falda e risponde sia a requisiti di significatività e completezza delle informazioni sia di "flessibilità" nel garantire adeguatezza dei controlli nel tempo in funzione dell'avanzamento lavori e dei risultati ottenuti dalle attività di monitoraggio nelle varie fasi.

Per la localizzazione delle aree di indagine e l'ubicazione dei punti di monitoraggio, oltre agli ambiti di attenzione riportati nel precedente paragrafo, a seconda dei casi specifici, si dovrà tenere conto dei seguenti elementi:

- le aree di maggiore sensibilità (o suscettibilità) e vulnerabilità dei sistemi acquiferi e della risorsa idrica alle azioni di progetto (grado di sensibilità degli acquiferi al depauperamento quantitativo/qualitativo, all'inquinamento e, nelle aree costiere, all'ingressione marina);
- condizioni al contorno degli acquiferi;
- aree di maggiore sensibilità ambientale e aree protette (quali sorgenti e gruppi di sorgenti, aree protette ai diversi livelli - internazionale, comunitario e nazionale, locale, aree umide, laghi di risorgive carsiche ecc.);
- valore della risorsa idrica, con particolare riferimento all'uso a cui essa è destinata (es. idropotabile, industriale, agricola) e della disponibilità in termini quantitativi della stessa;
- presenza di sorgenti puntuali/diffuse d'interferenza o di potenziale alterazione dello stato qualitativo degli acquiferi (es. scarichi, serbatoi, vasche, sversamenti, depositi, ecc.).

Nella scelta dell'ubicazione dei punti di monitoraggio si dovrà rispettare il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico - fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e

a valle idrogeologico e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni del progetto.

I punti di monitoraggio dovranno essere allestiti e attrezzati ad hoc al fine di monitorare le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee e quantitative, le variazioni del livello della falda sotterranea, flusso e/o la produttività dei pozzi e altre risorse idriche potenzialmente interferite dalla realizzazione dell'opera.

Per le aree di maggiore sensibilità ambientale e aree sottoposte a tutela (quali pozzi, gruppi di sorgenti utilizzati a scopi idropotabili, si dovrà prevedere l'allestimento di stazioni di monitoraggio in continuo.

Per quanto riguarda l'approntamento della rete di monitoraggio delle acque sotterranee, oltre all'allestimento di punti ad hoc per le misure quali – quantitative, anche al fine di contenere anche i tempi ed i costi, si dovrà includere, ove possibile, punti di controllo già allestiti ed attrezzati quali pozzi pubblici e/o privati, sorgenti, piezometri già utilizzati per campagne d'indagine effettuate a supporto di studi geologici ed idrogeologici.

L'integrazione di tali tipologie di punti di monitoraggio dovrà comunque, essere effettuata previa la necessaria ricognizione e/o verifica della funzionalità e delle effettive condizioni di mantenimento/servizio. La rete di monitoraggio dovrà, inoltre, essere strettamente connessa alle reti di monitoraggio qualitativo – quantitativo nazionale, regionale e locale eventualmente già implementate, previste dalla normativa di settore.

#### **6.2.4.3. Parametri descrittivi (indicatori)**

Considerati gli obiettivi specifici del monitoraggio idrogeologico, le attività in situ e le analisi in laboratorio dovranno prevedere principalmente controlli mirati all'accertamento dello stato quantitativo e qualitativo delle risorse idriche sotterranee e di quelle superficiali che interagiscono con l'acquifero potenzialmente impattato dalle attività del progetto.

La scelta degli indicatori e/o indici, con la relativa identificazione delle soglie di riferimento, nonché la frequenza di campionamento dovrà essere fatta in funzione delle caratteristiche dell'acquifero, della tipologia delle attività di progetto e delle potenziali interazioni con i corpi idrici sotterranei e superficiali, del regime idraulico

sotterraneo e dei potenziali rischi sulla risorsa idrica, soprattutto per quanto riguarda il rischio del suo depauperamento o alterazione chimico – fisica.

Riguardo quest'ultimo aspetto, particolare attenzione andrà posta nella previsione di attività di monitoraggio nelle aree con captazioni di acque sotterranee a uso idropotabile, irriguo o industriale (pozzi, sorgenti) e per le aree umide “sensibili” protette (quali a es. le aree SIC o ZPS) o di particolare valenza naturalistica e paesaggistica; per tali aree si dovrà valutare l’opportunità di prevedere un monitoraggio specifico, prendendo in considerazioni anche il controllo di altri indicatori “indiretti” di possibili impatti del sistema degli acquiferi connessi alle azioni del progetto, quali ad es. il monitoraggio dello stato della vegetazione ripariale delle aree umide alimentate dall’acquifero.

I principali parametri necessari al monitoraggio quantitativo dei corpi idrici sotterranei e superficiali ad essi connessi sono:

- livello piezometrico della falda nei pozzi o fori di sondaggi attrezzati con piezometri;
- portate volumetriche delle sorgenti;
- caratteristiche del deflusso e/o escursioni del livello dei corsi d’acqua superficiali;
- escursioni del livello nei sistemi acquiferi che alimentano aree umide o laghi.

Per specifiche opere in sotterraneo (gallerie) oltre a tali parametri dovrà essere misurata la portata delle venute d’acqua in galleria funzionale al controllo del drenaggio in funzione dell’avanzamento dello scavo (monitoraggio in corrispondenza degli imbocchi).

Il parametro più significativo per la valutazione dello stato “quantitativo” dell’acquifero è senz’altro rappresentato dalla misura del livello della superficie piezometrica che consentono di riscontrare le variazioni del regime idrodinamico della falda, tenendo presente che tali variazioni possono avvenire anche naturalmente, a seguito di precipitazioni abbondanti, irrigazioni in aree agricole, pompaggio o altre attività antropiche nell’area d’influenza del progetto o in siti adiacenti.

Per le sorgenti le attività di monitoraggio in situ consisteranno in documentazione fotografica generale delle condizioni del sito e misure e prove per la caratterizzazione del regime idraulico, quali: misurazione della portata volumetrica, variabilità, curva

d'esaurimento ecc. In caso di emergenze idriche con bassi valori di portata o emergenze diffuse, il valore della portata volumetrica dovrà essere stimato.

Il set minimo di parametri fisici e chimici per il monitoraggio in situ delle sorgenti deve comprendere:

- Portata volumetrica;
- Temperatura aria;
- Temperatura acqua;
- Valore di pH;
- Conducibilità specifica.

I principali parametri necessari al monitoraggio qualitativo dovrà comprendere, come set minimo, i seguenti parametri:

- Temperatura aria;
- Temperatura acqua;
- Tenore di Ossigeno;
- pH;
- Conducibilità specifica;
- Nitrati;
- Ione Ammonio;
- Torbidità.

I campioni d'acqua saranno prelevati in ciascun punto di monitoraggio delle acque (pozzi, piezometri, sorgenti ecc.) e analizzati in laboratorio; la scelta degli analiti andrà effettuata facendo riferimento a quanto indicato nel D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e nel D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". Più specificamente, per la caratterizzazione qualitativa delle acque su ciascun campione prelevato dovranno essere misurati, oltre ai parametri sopra indicati:

Parametri chimici –macrodescrittori: calcio, sodio, potassio, magnesio, cloruri, cloro attivo, fluoruri, solfati, bicarbonati, nitrati, nitriti, ammonio, solidi disciolti totali (TDS) e solidi sospesi totali (TSS);

Elementi in traccia: arsenico, cobalto, cromo, rame, ferro, iodio, manganese, molibdeno, nichel, selenio, silicio, stagno, vanadio, zinco, cadmio, mercurio, piombo.

Oltre ai parametri di base, in aggiunta e a seconda dei casi specifici, dei rischi associati all'opera e delle caratteristiche ambientali naturali del sito e dei corpi idrici recettori, potrebbe verificarsi la necessità di ampliare il set dei parametri da analizzare nel monitoraggio ante operam per la verifica di potenziali contaminazione della risorsa idrica sotterranea e superficiale e di altri rischi, dovuti alle attività di cantiere, scarichi, sversamenti e altre azioni del progetto individuati nello SIA, prevedendo:

- analisi microbiologiche;
- analisi della richiesta chimica di ossigeno (COD), della richiesta biochimica di ossigeno (BOD), della richiesta totale di ossigeno (TOD), del contenuto di carbonio organico totale (TOC);
- analisi isotopiche, mediante la determinazione del Tritio (per definire l'età delle acque sotterranee) e degli isotopi stabili dell'ossigeno ( $^{18}\text{O}$ ) e dell'idrogeno ( $^2\text{H}$ ) (per definire l'età e la provenienza e l'area d'alimentazione delle acque);
- determinazione di eventuali elementi radioattivi per le aree dove sono presenti rocce contenenti elementi radioattivi, quali a es. ossidi di uranio;
- determinazione della concentrazione di composti organici e idrocarburi, laddove pertinenti con le attività previste dal progetto.

Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio secondo le procedure indicate da ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

#### **6.2.4.4. Frequenza/durata monitoraggi**

La frequenza dei rilievi e del campionamento per la caratterizzazione qualitativa dei corpi idrici sotterranei sarà effettuata con cadenza prestabilita minima di almeno tre volte l'anno, ovvero di quattro volte all'anno (trimestrale), al fine di consentire una completa definizione della variabilità stagionale dei parametri.

In particolare, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massimo delle condizioni idrologiche (periodo di magra e di

ricarica della falda) per definire il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno, inverno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.)

Per la caratterizzazione quantitativa delle acque sotterranee, la misurazione del livello della falda nei piezometri o pozzi dovrà essere eseguito preferibilmente in continuo per individuare il trend del livello della falda nelle aree interessate dall'opera.

Nei casi in cui i pozzi di monitoraggio non siano attrezzati con strumentazione di monitoraggio in continuo, il livello della falda dovrà essere misurato inizialmente trimestralmente per stabilire le variazioni stagionali, successivamente la frequenza delle misure sarà semestrale o annuale una volta definiti i trend stagionali del regime delle acque sotterranee.

Per quanto riguarda la durata della fase di monitoraggio ante operam il periodo minimo delle osservazioni raccomandato è di circa un anno, mentre in corso d'opera il periodo è definito in base al cronoprogramma delle attività di cantiere; per la fase post operam, le attività di monitoraggio dovranno continuare per un periodo minimo di un anno e, comunque, per una durata variabile in funzione della tipologia di opera e della significatività degli effetti sull'ambiente idrico sotterraneo.

#### **6.2.4.5. Metodologie e valori standard di riferimento**

I metodi e gli strumenti di misura (es. misure in continuo, freatimetro, sonda multiparametrica) possono essere vari e la loro idoneità andrà valutata a seconda dei casi specifici, dei parametri e delle condizioni geologiche e idrogeologiche locali del sito.

Il controllo della quota della falda dovrà essere eseguito prima di procedere allo spurgo dei pozzi/piezometri, fase propedeutica al campionamento. Come buona regola per l'accuratezza delle misure, ogni volta che si compie la misura del livello della falda, si dovrà controllare la profondità del pozzo o foro di sondaggio per assicurarsi che non si siano formati depositi sul fondo e sia idoneo per il campionamento. Il controllo andrà eseguito nello stesso giorno e all'incirca nello stesso tempo per ogni pozzo/piezometro, in modo da determinare più accuratamente i parametri idrodinamici della falda: la direzione del flusso delle acque sotterranee e la portata e velocità, al fine di poter osservare e stabilire le variazioni del regime del deflusso delle acque sotterranee.



Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche. Per la misura dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea.

L'esecuzione dei monitoraggi (caratteristiche delle apparecchiature da utilizzare, strumentazione, metodologie di campionamento ed analisi in situ e in laboratorio, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, ecc.) dovrà fare riferimento alle metodologie più accreditate proposte da autorevoli istituti di ricerca Internazionali e nazionali, quali US-EPA (United States Environmental Protection Agency), IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque); UNICHIM (ente di normazione tecnica operante nel settore chimico federato all'UNI - Ente Nazionale di Unificazione); ASTM (American Standard Test Method), DIN (Deutsches Institut für Normung) etc..

Le analisi chimiche dovranno essere eseguite presso laboratori accreditati e certificati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che eseguono le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla norma summenzionata.

Le normative di riferimento (D.Lgs. 152/2006; D.Lgs 16 marzo 2009 n.30) definiscono i valori di Standard di Qualità Ambientale per la qualità delle acque sotterranee. Per ciascun ambito di monitoraggio e relativi parametri i valori di riferimento sono riportati, ove disponibili, nella seguente scheda di sintesi. Ove per alcuni parametri non siano già disponibili valori limite e valori standard di riferimento in base a normative o protocolli standardizzati, tali valori vanno identificati in base ai dati disponibili per l'area di monitoraggio ovvero, in loro assenza, in base ai dati acquisiti ad hoc nella fase ante operam per la caratterizzazione "sito specifica".

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA		Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
<b>A) VALUTAZIONE DELLO STATO QUANTITATIVO</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI /SORGENTI</li> <li>DELLE RISORSE IDRICHE E DELLE VARIAZIONI SUL REGIME IDRODINAMICO</li> <li>DEGLI ACQUIFERI</li> </ul>	1)	Variazioni stagionali; individuazione del trend del livello statico della falda e delle direzioni di flusso.	Parametri idrodinamici (acquifero):  Misure del livello della falda nei pozzi o fori di sondaggi attrezzati con piezometri.  Misurazioni, ove possibile, delle direzioni di flusso.	Zone interessate da rilevanti opere in sottterraneo quali gallerie e/o grossi movimenti terra e scavi, aree di cantiere, con possibile interferenza/intercettazione delle opere con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese. Corsi d'acqua superficiali in interconnessione idraulica con la falda, in zone d'intensa fratturazione e/o di faglia. Aree di cantiere, siti di deposito e di recupero ambientale. <u>Nota 1</u>	Fase AO: <i>durata</i> : minima raccomandabile di 6 mesi a partire dall'allestimento dei pozzi e piezometri, prima della fase di costruzione e di allestimento del cantiere. <i>Frequenza</i> : Misurazione del livello della falda nei pozzi/piezometri preferibilmente in continuo Nei casi in cui i pozzi di monitoraggio non siano attrezzati con strumentazione di monitoraggio in continuo, il livello della falda dovrà essere misurato inizialmente trimestralmente per stabilire le variazioni stagionali, poi, semestrale o annuale una volta definito i trends stagionali del regime delle acque sotterranee.	Metodologie più accreditate proposte da autorevoli istituti di ricerca internazionali e nazionali, quali EPA (Environmental protection Agency of UnitedStates of America), IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), UNICHIM (ente di normazione tecnica operante nel settore chimico federato all'UNI - ente nazionale di unificazione), ASTM (American Standard Test Method), DIN (DeutschesInstitut fürNormung).

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA		Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
2) Caratterizzazione del regime idraulico e idrodinamico delle sorgenti, captate per uso potabile e non, e/o delle emergenze naturali delle acque sotterranee.		Variazioni stagionali e individuazione trend del regime idrodinamico delle sorgenti nelle aree interessate dall'opera.	Parametri idrodinamici (sorgenti):  Misurazione della portata volumetrica.  Misurazione della variabilità.  Misurazione della curva d'esaurimento.	Aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo.  Sorgenti e emergenze naturali delle acque sotterranee.	Fase AO: Misure portata volumetrica e altri parametri specifici in continuo o trimestralmente  Fase CO: <i>durata</i> : A partire dalla fase di allestimento del/dei cantieri e durante la fase operativa del cantiere. <i>Frequenza</i> : misure piezometriche, e, ove possibile, delle direzioni di flusso, durante tutto il periodo di costruzione delle opere trimestrale e/o, preferibilmente mensile Fase PO: <i>durata</i> : non inferiore a 1 anno e comunque in funzione della tipologia dell'opera, degli impatti e delle eventuali misure di mitigazione e/o compensazione. <i>Frequenza</i> : Misura del livello della falda e dei parametri quantitativi, preferibilmente, con cadenza mensile, almeno per i primi 6 mesi dalla fine del completamento delle opere o dalla cessazione delle attività in aree di cantiere fisse, per poi essere ridotta a una cadenza semestrale	Come sopra

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA		Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
	<p><b>3)</b></p> <p>Caratterizzazione del regime idraulico e idrodinamico delle aree umide di maggiore sensibilità ambientale/aree protette</p> <p><u>Nota 2</u></p>	<p>Variazioni stagionali e individuazione del trend del regime idrodinamico delle aree umide.</p> <p>Valutazioni modifiche allo stato ambientale del sistema di aree umide, potenzialmente indotte dalla realizzazione del progetto.</p>	<p>Rilievi di campo e documentazione fotografica dello stato della vegetazione ripariale delle aree umide alimentate dall'acquifero.</p> <p>Caratteristiche del deflusso e/o escursioni del livello dei corsi d'acqua superficiali.</p> <p>Variazioni del livello della falda nei sistemi acquiferi che alimentano aree umide o laghi.</p>	<p>Aree di particolare "sensibilità" e importanza socio – economica, biologica ed ecologica quali sorgenti, aree della Rete Natura 2000, zone umide protette, laghi di risorgive carsiche, ecc.</p>		

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
<p><b>B) VALUTAZIONE DELLO STATO QUALITATIVO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI /SORGENTI</li> <li>• DELLE RISORSE IDRICHE E DELLE POTENZIALI VARIAZIONI/ ALTERAZIONI DELLE ACQUE SOTTERRANEE E DI QUELLE SUPERFICIALI IN INTERAZIONE O COMUNICAZIONE CON GLI ACQUIFERI (es. contaminazione e acque per sversamenti accidentali, perdite di oli o carburanti, stoccaggio di sostanze pericolose ecc.).</li> </ul>	<p><b>1)</b></p> <p>Caratterizzazione qualitativa delle acque in situ.</p> <p><u>Nota 3</u></p>	<p>Rilievo dei parametri fisici e chimici in situ.</p>	<p>Temperatura acqua, Temperatura aria, pH, Conducibilità specifica, Torbidità, Tenore di Ossigeno, Potenziale redox, Nitrati, Ione Ammonio</p>	<p>Zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o grossi movimenti terra e scavi, aree di cantiere, con possibile interferenza/intercettazione della superficie freatica e/o di eventuali falde confinate o sospese.</p> <p>Corsi d'acqua superficiali in interconnessione idraulica con la falda, in zone d'intensa fratturazione e/o di faglia.</p> <p>Aree di cantiere, siti di deposito e di recupero ambientale.</p>	<p>Le analisi chimiche eseguite presso laboratori accreditati e certificati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.</p> <p>Il riferimento per la caratterizzazione chimica delle acque è il manuale "Metodi Analitici per le Acque" (IRSA-APAT Rapporto 29/2003).</p> <p>Per la scelta degli analiti: D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e D.Lgs 16 marzo 2009 n.30. In ogni caso, l'identificazione dei parametri da analizzare è funzione delle attività in progetto. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso presso laboratori certificati che seguiranno tecniche analitiche standard (ad esempio secondo le procedure indicate da APAT, CNR, IRSA, EPA)</p> <p>Fase AO: <i>durata</i>: minima raccomandabile 6 mesi a partire dall'allestimento dei pozzi e piezometri, prima della fase di costruzione e di allestimento del cantiere. <i>Frequenza</i>: almeno tre volte all'anno.</p> <p>Fase CO: <i>durata</i>: a partire dalla fase di allestimento del/dei cantieri e durante la fase operativa del cantiere. <i>Frequenza</i>: trimestrale e/o mensile</p>

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA		Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
	2) Campionamento campioni d'acqua per la determinazione dei parametri chimici/analiti in laboratorio.	Prelievo campioni d'acqua per la determinazione dei parametri chimici/analiti in laboratorio.		I campioni d'acqua saranno prelevati in ciascun punto di monitoraggio delle acque (pozzi, piezometri, sorgenti ecc.) criterio monte /valle. <u>Nota 4</u>		Come sopra
	3) Caratterizzazione qualitativa delle acque in laboratorio	Prove e analisi in laboratorio per la determinazione dei principali parametri/analiti per la valutazione della qualità della risorsa idrica e della sua variazione a seguito delle azioni/pressioni del progetto	<u>Set di parametri chimici</u> calcio, sodio, potassio, magnesio, cloruri, cloro attivo; fluoruri, solfati, bicarbonati, nitrati, nitriti, solidi disciolti totali (TDS) e solidi sospesi totali (TSS)  <u>Elementi in traccia:</u> arsenico, cobalto, cromo, rame, ferro, iodio, manganese, molibdeno, nichel, selenio, silicio, stagno, vanadio, zinco: cadmio, mercurio, piombo			Come sopra
C) VALUTAZIONE DELLO STATO QUALITATIVO /QUANTITATIVO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI /SORGENTI:  <u>PARAMETRI AGGIUNTIVI</u>		1) Verifica delle potenziali contaminazioni della risorsa idrica sotterranea e superficiale e di altri rischi	Variazione dello stato qualitativo delle acque per contaminazione da sostanze inorganiche o micro batteriologiche.	Composti organici e idrocarburi  Parametri batteriologici: Escherichia coli, Enterococchi, Conteggio delle colonie a 22°C, Coliformi totali.  COD, TOD, TOC BOD.	Aree di cantiere, siti di deposito e/o di ripristino ambientale	

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA	Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
Da prevedere in determinate situazioni	<p><b>2)</b> Caratterizzazione geochimica – isotopica delle acque sotterranee e delle sorgenti/emergenze naturali, allo scopo di definire l'età e la provenienza, la quota e l'area d'alimentazione delle acque, il grado di mescolamento di acque di circuiti idrici sotterranei diversi e le interconnessioni tra acque sotterranee e superficiali, nelle zone dove sono possibili a es. impatti sulla falda e sulle emergenze e corsi d'acqua superficiali dovute a drenaggio a seguito degli scavi di gallerie.</p>	<p>Valutazione dell'età isotopica delle acque sotterranee/emergenze naturali, quota e area di ricarica dell'acquifero, interconnessione idraulica tra acque superficiali/emergenze naturali e acquifero.</p>	<p>Analisi isotopiche: Determinazione del degli isotopi stabili dell'ossigeno e dell'idrogeno.</p> <p><u>Nota 5</u></p>		
	<p><b>3)</b> Verifica delle potenziali contaminazioni della risorsa idrica sotterranea e superficiale e di altri rischi ambientali, dovuti alla presenza negli ammassi rocciosi e terreni interessati dalle opere di minerali, materiali pericolosi</p>	<p>Valutazione della presenza materiali pericolosi e dei rischi ambientali</p>	<p>Determinazione di eventuali elementi radioattivi per le aree dove sono presenti rocce contenenti elementi radioattivi, o di altri elementi pericolosi per la salute umana e l'ambiente, quali minerali d'amianto nelle rocce metamorfiche ultrabasiche</p>	<p>Zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o grossi movimenti terra e scavi, aree di cantiere, con possibile interferenza/intercettazione delle opere con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese,</p> <p>Corsi d'acqua superficiali in interconnessione idraulica con la falda, in zone d'intensa fratturazione e/o di faglia;</p> <p>Aree di cantiere, siti di deposito e/o di ripristino ambientale</p>	

## ACQUE SOTTERRANEE – Scheda di sintesi

Obiettivo specifico del PMA		Ambito oggetto del PMA	Parametro descrittore	Localizzazione	Frequenza/Durata	Metodologia di riferimento
	4) Aree costiere: Verifica delle potenziali contaminazioni della risorsa idrica sotterranea	Valutazione dei fenomeni di salinizzazione delle acque sotterranee, dovuta alla variazione dell'interfaccia acque dolci/acque salate a seguito della realizzazione delle opere in progetto	Parametri chimici – fisici connessi direttamente con la "salinità" delle acque: (conducibilità elettrica; temperatura superficiale e profonda; livello della superficie piezometrica)	Zone costiere interessate da rilevanti opere in sottterraneo quali gallerie, paratie ecc. e/o da grossi movimenti terra e scavi		

### Nota 1

Rilievi e misurazioni in pozzi o fori di sondaggi attrezzati con piezometri della rete di monitoraggio allestita, integrata, eventualmente, da punti di controllo d'acqua, già allestiti e attrezzati con piezometri nelle campagne d'indagine precedenti a supporto degli studi geologici ed idrogeologici effettuati nell'ambito del SIA (quali: pozzi pubblici e/o privati, sorgenti, piezometri).

### Nota 2

Valori limite o valori standard di riferimento –Da valutare l'opportunità di prevedere un monitoraggio specifico, prendendo in considerazioni anche il controllo di altri indicatori "indiretti" di possibili impatti del sistema degli acquiferi connessi alle azioni del progetto.

### Nota 3

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche. Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.)

### Nota 4

I campioni d'acqua saranno prelevati in ciascun punto di monitoraggio delle acque (pozzi, piezometri, sorgenti ecc.) e analizzati in laboratorio per la determinazione dei principali parametri/analiti per la valutazione della qualità della risorsa idrica.

Per la scelta degli analiti da determinare si farà riferimento a quanto indicato nel D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e nel D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 che regola i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici. In ogni caso, l'identificazione dei parametri da analizzare è funzione delle attività in progetto. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso presso laboratori certificati che seguiranno tecniche analitiche standard (ad esempio secondo le procedure indicate da APAT, CNR, IRSA, EPA). Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi.

Nota 5 Gli isotopi dell'Idrogeno e dell'Ossigeno: Tritio ( $^3\text{H}$ ), Deuterio ( $^2\text{H}$ ) e Ossigeno-18 ( $^{18}\text{O}$ ), possono essere utilizzati come traccianti naturali perché la loro concentrazione generalmente non dipende dal chimismo delle rocce attraversate ma è funzione soltanto delle caratteristiche proprie dell'acqua di infiltrazione efficace. In particolare, il contenuto in tritio nelle precipitazioni è legato alla produzione di tritio nella stratosfera a seguito dell'interazione del flusso di neutroni prodotti dalla radiazione cosmica con l'azoto atmosferico. La misurazione del Tritio, che è l'unico isotopo della molecola dell'acqua soggetto a decadimento, consente di risalire all'età isotopica delle acque. Con l'Ossigeno-18 ed il Deuterio ( $^2\text{H}$ ) si può, invece, ricavare la quota isotopica della zona di ricarica. Le analisi isotopiche, inoltre, sono un valido ausilio per evidenziare gli scambi isotopici con la roccia-serbatoio ad alta temperatura, le interconnessioni tra acque sotterranee e superficiali, i mescolamenti tra acque di circuiti idrogeologici diversi.



## **APPENDICE – Normativa di settore e fonti di riferimento**

### **Riferimenti normativi**

- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche;
- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante "I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni";
- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del D.Lgs. medesimo";
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"
- D. Lgs. 13 ottobre 2010 n. 190 "Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino;
- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione;
- Decisione della Commissione UE 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
- Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

### **Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse**

#### ***Acque superficiali***

- APHA Standard Methods for Examination of water and wastewater ed. 21<sup>st</sup> 2005 2510B – 4500 – OCB;
- WMO-n. 1044, Manual on Stream Gauging Volume I – Fieldwork, Volume II – Computation of Discharge, 2010;

- APAT IRSA-CNR Manuale n. 29, "Metodi analitici per le acque", 2003;  
<http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003400/3498-metodianaliticiacque.zip/view>;
- APAT, Manuale n. 46, "Metodi biologici per le acque", 2007;
- ISPRA, Metodologie di misura e specifiche tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici, 2010  
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/files/ispramlg602010.pdf>;
- ISPRA, IDRAIM – Sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua, Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua, 2014  
[http://www.isprambiente.gov.it/public\\_files/manuale\\_113\\_2014\\_ver\\_giugno2.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/public_files/manuale_113_2014_ver_giugno2.pdf);
- ISPRA, Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici., 2011, [http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00010100/10147-analisi-e-valutazione-degli-aspetti-idromorfologici-agosto-2011.pdf/at\\_download/file](http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00010100/10147-analisi-e-valutazione-degli-aspetti-idromorfologici-agosto-2011.pdf/at_download/file);
- UNI EN 14996:2006. Qualità dell'acqua – Linea guida per assicurare la qualità delle valutazioni biologiche ed ecologiche nell'ambiente acquatico;
- UNI EN 27828:1996. Qualità dell'acqua – Metodi di campionamento biologico – Guida al campionamento di macroinvertebrati bentonici mediante retino manuale;
- UNI EN ISO 9377-2: 2002 – Idrocarburi totali;
- UNI EN 10505: 1996: Water Intended For Human Consumption - Determination Of The Total Hardness - Edta Titrimetric Method;
- UNI EN 28265:1995. Qualità dell'acqua – Progettazione e utilizzo di campionatori quantitativi di macroinvertebrati bentonici su substrati rocciosi in acque dolci poco profonde;
- PR EN 16150:2010. Water Quality – Guidance on pro-rata Multi-Habitat sampling of benthic macro-invertebrates from wadeable rivers;
- UNI EN 14184:2004. Qualità dell'acqua - Linee guida per la valutazione delle macrofite acquatiche nelle acque correnti;
- UNI EN 13946:2005. Qualità dell'acqua – Norma guida per il campionamento di routine ed il pretrattamento di diatomee bentoniche da fiumi;
- UNI EN 14407:2004. Qualità dell'acqua – Linea guida per l'identificazione, il conteggio e la classificazione di campioni di diatomee bentoniche da acque correnti;
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater has represented "the best current practice of American water analysts." This comprehensive reference covers all aspects of water and wastewater analysis techniques. Standard Methods is a joint publication of the American Public Health Association (APHA), the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF) <http://www.standardmethods.org/>;
- ISPRA, 2014. Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010  
[http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG\\_107\\_14.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MLG_107_14.pdf);
- WMO-n 1044, Manual on Stream Gauging Volume I – Fieldwork, Volume II. Computation of Discharge, 2010.

### **Acque marine e di transizione**

- Brüggmann, L. and Kremling, K. (2007). Methods of Seawater Analysis, Third Edition (eds K. Grasshoff, K. Kremling and M. Ehrhardt), Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany;

- ICRAM, APAT (2007) - Manuale per la movimentazione di sedimenti marini <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuale-per-la-movimentazione-di-sedimenti-marini>;
- ISPRA (2007) – Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre. I Manuali di Ecotossicologia, 67/2011 <http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/mlg-67-2011-n.pdf>;
- MATTM, ICRAM (2001) - Metodologie Analitiche di Riferimento del Programma di Riferimento per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003) <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodologie-analitiche-di-riferimento-del>;
- OSPAR Commission, 1997. "JAMP Guidelines for General Biological Effects Monitoring (Ref. No: 1997-7)";
- OSPAR Commission, 2004. "OSPAR Guidelines for Monitoring the Environmental Impact of Offshore Oil and Gas Activities (Ref. No: 2004-11E)";
- OSPAR Commission, 2008. "JAMP Guidelines for Contaminant-Specific Biological Effects (Ref. No: 2008-9)";
- UNESCO (1988) - The acquisition, calibration and analysis of CTD data. A report of SCOR Working Group 51. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 54 [http://www.jodc.go.jp/info/ioc\\_doc/UNESCO\\_tech/096989eb.pdf](http://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/UNESCO_tech/096989eb.pdf).

#### Comunità bentonica di fondi mobili

- AAVV. 2013 Method for the study of marine benthos. A. Eleftheriou ed. 4<sup>th</sup> pp.502;
- AAVV. ISPRA. 2008 Scheda Metodologica per il campionamento e l'analisi del macrozoo benthos di fondi mobile;
- Gambi M.C. Dappiano M. 2003 Manuale di campionamento e studio del benthos mediterraneo. Biol. Mar. Medit. 10 (suppl.) 109-144;
- ISO/DIS 16665, 2014 "Water quality- Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna;
- ISPRA (2012) – Manuale di mareografia e linee guida per i processi di validazione dei dati mareografici. Manuali e linee guida 77/2012 [http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/files/Manuali\\_e\\_linee\\_guida\\_77\\_12.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/files/Manuali_e_linee_guida_77_12.pdf);
- Borja, A., Franco, J., Valencia, V., Bald, J., Muxika, I., Belzunce, M.J., Solaun, O., 2004. Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque Country (northern Spain): a methodological approach. Marine Pollution Bulletin 48, 209–218;
- Borja, A., Mader, J., Muxika, I., Rodríguez, J.G., Bald, J., 2008. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: some remarks and recommendations. Marine Pollution Bulletin 56, 1377–1379;
- Margalef R. (1958). Information theory in ecology. General Systematics 3: 36-71;
- Pielou EC. (1974). Population and community ecology, principles and methods. Gordon and Breach Sci. Publ., New York. 424 pp.;
- Shannon CE, Weaver W. (1949). The mathematical theory of communication. Urbana IL: University of Illinois Press. 117 pp.;
- Simpson E.H. 1949. Measurement of Diversity. Nature 163, 688;
- Muxika, I., Borja, A., Bald, J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. Marine

Pollution Bulletin 55, 16–29.

### **Morfologia costiera**

- BEACHMED (2004) - Recupero ambientale e mantenimento dei litorali in erosione con l'utilizzo dei depositi sabbiosi marini. 3° quaderno tecnico (Fase B), 216 pp.;
- Boak E.H., Turner I.L. (2005) - Shoreline Definition and Detection: A Review. Journal of Coastal Research 21/4, 688-703;
- AA.VV. (2008) Beach erosion monitoring - Results from BEACHMED-e / OpTIMAL Project  
[http://www.beachmed.it/Portals/0/SOUSPROJETS/2\\_1%20OPTIMAL/BeachErosion%20lowres.pdf](http://www.beachmed.it/Portals/0/SOUSPROJETS/2_1%20OPTIMAL/BeachErosion%20lowres.pdf);
- Brasington J., Rumsby B. T., Mcvey R. A. (2000) - Monitoring and modelling morphological change in a braided gravel-bed river using high resolution GPS - based survey. Earth Surface Processes and Landforms 25, 973-990;
- Morton R.A., Leacht M.P., Paine J.G., Cardoza M.A. (1993) - Monitoring Beach Changes Using GPS Surveying Techniques. Journal of Coastal Research 9/3, 702-720;
- PODIS Progetto Operativo Difesa del Suolo (2005) – Difesa delle coste e salvaguardia dei litorali – Analisi delle caratteristiche meteo marine al largo e a riva e valutazione dei processi evolutivi costieri;
- Regione Liguria, D.G.R. N. 1793 del 30.12.2005 - Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili.



Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali



Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e l'Arte Contemporanea

**Linee Guida per la predisposizione del Progetto di  
Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a  
procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.;  
D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)**

***Indirizzi metodologici specifici:  
Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna)  
(Capitolo 6.4)***

***REV. 1 DEL 13/03/2015***



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# INDICE

<b>6. INDIRIZZI METODOLOGICI SPECIFICI PER COMPONENTE/FATTORE AMBIENTALE.....</b>	<b>3</b>
6.4. BIODIVERSITÀ – FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA.....	5
6.4.1. OBIETTIVI SPECIFICI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	5
6.4.2. LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	6
6.4.3. PARAMETRI DESCRITTORI (INDICATORI) .....	7
6.4.4. FREQUENZA/DURATA DEI MONITORAGGI .....	9
6.4.5. METODOLOGIE DI RIFERIMENTO .....	11
6.4.5.1. Flora e vegetazione .....	11
6.4.5.2. Fauna.....	19
<u>Ambiente terrestre e di acque dolci</u> .....	21
<u>Ambiente marino e di transizione</u> .....	38
APPENDICE 1 – NORMATIVA DI SETTORE E FONTI DI RIFERIMENTO.....	50
APPENDICE 2 - MONITORAGGIO DELLE FANEROGAME ACQUATICHE .....	61

## 6. Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che dovranno essere descritte nell'ambito del PMA.

Le indicazioni fornite sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi, ove esistenti, su metodologie di riferimento e "*buone pratiche*" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico. Il Proponente dovrà necessariamente contestualizzare tali indicazioni alla specificità dell'opera, del contesto localizzativo (ambientale ed antropico) e degli impatti ambientali attesi, che rappresentano elementi indispensabili per intraprendere, caso per caso, le scelte più idonee che dovranno essere adeguatamente motivate nel PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee, acque superficiali, acque di transizione, acque marine);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Biodiversità (vegetazione, flora, fauna);
- Agenti fisici (rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti);
- Paesaggio e beni culturali.

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell'Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all'emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Rispetto alle componenti/fattori ambientali previste nel citato DPCM non sono trattate le componenti "Salute pubblica" ed "Ecosistemi" in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali. Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello nazionale/locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, al dibattito in corso a livello tecnico-scientifico sugli approcci e le metodiche più efficaci da utilizzare, conduce a ritenere che esse possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità tecniche e di risorse.

Giova inoltre ricordare che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi "valori limite" basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell'aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, radiazioni).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera "integrata" sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell'aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

Si ritiene tuttavia importante segnalare che sono numerose le esperienze già consolidate in ambito internazionale, comunitario e regionale relative alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) come strumento che, integrato alle VIA, consenta di *"stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione"*<sup>1</sup>. Solo a seguito dell'adozione di metodologie e strumenti per la valutazione appropriata degli effetti sulla salute umana nell'ambito della VIA sarà quindi possibile delineare idonee metodologie e strumenti per il monitoraggio nel tempo di tali effetti, con lo scopo di controllare che siano effettivamente rispondenti a quelli previsti nella fase di valutazione.

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio,
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio,
- parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),
- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

La complessità dei temi affrontati e la specificità delle singole componenti hanno determinato la necessità di modifiche e adattamenti allo schema-tipo così come nelle

---

<sup>1</sup> WHO – European Center for Health Policy, Goteborg 1999



modalità di analisi e di trattazione di specifici aspetti; ad esempio, per la componente "Rumore", le attività di monitoraggio sono state declinate in funzione della tipologia di opera, considerando che la stessa legislazione nazionale ha normato separatamente le diverse tipologie di infrastrutture di trasporto e le attività industriali.

Infine, in riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale i Proponenti potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell'opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi.

#### **6.4. Biodiversità – Flora, Vegetazione, Fauna**

##### **6.4.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale**

Oggetto del monitoraggio è la comunità biologica, rappresentata dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie appartenenti alla flora e alla fauna (con particolare riguardo a specie e habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, nonché le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

L'obiettivo delle indagini è quindi il monitoraggio delle popolazioni animali e vegetali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie target, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Per garantire tali obiettivi nell'ambito del PMA dovranno essere individuati e caratterizzati:

- taxa ed associazioni tassonomiche e funzionali,
- scale temporali e spaziali d'indagine,
- metodologie di rilevamento e analisi dei dati biotici e abiotici.

Il monitoraggio ante operam dovrà prevedere la caratterizzazione delle fitocenosi e zoocenosi e dei relativi elementi floristici e faunistici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione. Il monitoraggio in corso e post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi precedentemente individuate.

#### **6.4.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

Nel PMA dovranno essere individuate le stazioni di campionamento, le aree e i punti di rilevamento, in funzione della tipologia di opera e dell'impatto diretto o indiretto già individuato nello SIA, delle caratteristiche del territorio, della presenza di eventuali aree sensibili (siti della Rete Natura 2000, zone umide, aree naturali protette, ecc.) e delle eventuali mitigazioni e compensazioni previste nel progetto.

Il sistema di campionamento (transetto lineare, quadrato, griglia, plot permanenti ecc.) andrà opportunamente scelto in funzione delle caratteristiche dell'area di studio e delle popolazioni da monitorare, selezionate in base alle caratteristiche dei potenziali impatti ambientali.

In corso d'opera il monitoraggio dovrà essere eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative. In fase di esercizio, nel caso di opere puntuali potrà essere utile individuare un'area (*buffer*) di possibile interferenza all'interno della quale compiere i rilievi; nel caso di infrastrutture lineari, potranno essere individuati transetti e plot permanenti all'interno dei quali effettuare i monitoraggi.

I punti di monitoraggio individuati in generale, dovranno essere gli stessi per le fasi ante, in corso e post operam, al fine di verificare eventuali alterazioni nel tempo e nello spazio e di monitorare l'efficacia delle mitigazioni e compensazioni previste. Per quanto concerne le fasi in corso e post operam, è necessario identificare le eventuali criticità ambientali non individuate durante la fase ante operam, che potrebbero richiedere ulteriori esigenze di monitoraggio.

Per quanto riguarda la vegetazione, il suo studio si articola su basi qualitative (variazione nella composizione specifica) e quantitative (variazioni nell'estensione delle formazioni). Normalmente le metodologie di rilevamento possono essere basate su plot e transetti permanenti la cui disposizione spaziale viene parametrizzata rispetto alle caratteristiche dell'opera (lineare, puntuale, areale). L'analisi prevede una ricognizione dettagliata della fascia d'interesse individuata con sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa.

Per quanto riguarda la fauna, analogo approccio dovrà verificare qualitativamente e quantitativamente lo stato degli individui, delle popolazioni e delle associazioni tra specie negli habitat e nei tempi adeguati alla fenologia e alla distribuzione delle specie.

### 6.4.3. Parametri descrittivi (indicatori)

Al fine della predisposizione del PMA deve essere definita una strategia di monitoraggio per la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti e delle comunità potenzialmente interferiti dall'opera nelle fasi di cantiere, esercizio ed eventuale dismissione. La strategia deve individuare, come specie target, quelle protette dalle direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE, dalle leggi nazionali e regionali, le specie rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte e le specie chiave (ad es. le "specie ombrello" e le "specie bandiera") caratterizzanti gli habitat presenti e le relative funzionalità.

Non ci si dovrebbe tuttavia limitare ad includere in maniera acritica uno o più descrittori tra quelli proposti, ma il monitoraggio dovrebbe essere pianificato sulla base di una batteria di parametri composita e ben bilanciata, al fine di considerare i diversi aspetti connessi alle potenziali alterazioni dirette e indirette sulle specie, sulle popolazioni ed eventualmente sui singoli individui.

Per la programmazione delle attività in ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam) la strategia di monitoraggio dovrà tenere conto dei seguenti fattori:

- specificità degli elementi da monitorare per la vegetazione e la flora (specie, associazioni vegetali e altri raggruppamenti) e per la fauna (taxa, gruppi funzionali, livelli trofici, corporazioni ecologiche, altri raggruppamenti); la scelta degli elementi faunistici dovrà tener conto della complessità degli habitat (mosaico ambientale) e delle comunità ecologiche (struttura delle reti trofiche e delle popolazioni);
- fase del ciclo vitale della specie durante la quale effettuare il monitoraggio (relativamente alla fauna: alimentazione, stagione e strategia riproduttiva, estivazione/ibernamento, migrazione/dispersione e relativa distribuzione geografica, areali di alimentazione/riproduzione, *home range*, ecc.);
- modalità, localizzazione, frequenza e durata dei campionamenti (in relazione alla fenologia delle specie chiave e delle comunità/associazioni selezionate);
- status dei singoli popolamenti e della comunità ecologica complessiva.

Di seguito, sono elencati i parametri descrittivi, da calibrare in base ai diversi taxa o gruppi funzionali individuati nello SIA e nella strategia di monitoraggio.

## Flora e Vegetazione

### ➤ Stato fitosanitario

Il monitoraggio dello stato fitosanitario prevede la raccolta di informazioni non solo relative alla presenza di mortalità, patologie, parassitosi, ma anche relative ad altezza e diametro degli esemplari o delle popolazioni coinvolte. Lo stato fitosanitario può essere quindi dedotto dall'analisi dei seguenti indicatori:

- presenza di patologie/parassitosi,
- alterazioni della crescita,
- tasso di mortalità/infestazione delle specie chiave.

### ➤ Stato delle popolazioni

Lo stato delle popolazioni può essere caratterizzato attraverso l'analisi dei seguenti indicatori:

- condizioni e trend di specie o gruppi di specie vegetali selezionate,
- comparsa/aumento delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali.

### ➤ Stato degli habitat

La caratterizzazione degli habitat è articolata su basi qualitative (variazione nella composizione specifica) e quantitative (variazioni nell'estensione), tenendo conto dei seguenti indicatori:

- frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche,
- conta delle specie target suddivise in classi di età (plantule, giovani, riproduttori),
- rapporto tra specie alloctone e specie autoctone,
- grado di conservazione/estensione habitat d'interesse naturalistico.

## Fauna

I parametri da monitorare sono sostanzialmente relativi allo stato degli individui e delle popolazioni appartenenti alle specie *target* selezionate.

### ➤ Stato degli individui

- presenza di patologie/parassitosi,
- tasso di mortalità/migrazione delle specie chiave,
- frequenza di individui con alterazioni comportamentali.

➤ Stato delle popolazioni

- abbandono/variazione dei siti di alimentazione/riproduzione/rifugio,
- variazione della consistenza delle popolazioni almeno delle specie target,
- variazioni nella struttura dei popolamenti,
- modifiche nel rapporto prede/predatori,
- comparsa/aumento delle specie alloctone.

**6.4.4. Frequenza/durata dei monitoraggi**

La frequenza dei campionamenti, la relativa intensità sul territorio (densità e numero dei prelievi, lunghezza dei transetti ecc.), la durata e la tempistica (tenendo conto della fenologia delle specie chiave) dovranno essere definite nel PMA. La durata del periodo di monitoraggio post operam per le opere di mitigazione e compensazione dovrà essere di almeno tre anni, al fine di verificare e garantire l'attecchimento delle specie vegetali e l'efficacia degli interventi sui popolamenti faunistici. I popolamenti animali e vegetali possono essere influenzati dall'aumento del disturbo dovuto alle attività di cantiere e dell'opera in esercizio. In entrambi i casi, il numero dei campionamenti necessari a un appropriato monitoraggio dell'impatto, dipende dall'estensione e dalle caratteristiche dell'opera e deve essere opportunamente motivato in relazione alle dimensioni e distribuzioni dei popolamenti significativi nell'area di ricaduta degli impatti.

**Flora e vegetazione**

Riguardo alle caratteristiche dell'opera e all'estensione dell'area di potenziale impatto, saranno necessari, durante le tre fasi (ante, in corso e post operam), rilevamenti floristici periodici di porzioni omogenee di territorio per l'individuazione del numero di specie alloctone, sinantropiche e ruderali e il calcolo percentuale rispetto al totale delle specie presenti (ANPA, 2000). La frequenza dei rilevamenti dovrà essere basata sulla fenologia delle specie *target* e delle formazioni vegetali in cui vivono.

L'analisi floristica prevede una ricognizione dettagliata dell'areale d'interesse con sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa. Per quanto attiene l'analisi delle condizioni e del *trend* di specie o gruppi di specie vegetali si deve provvedere alla produzione periodica di cartografie delle formazioni presenti oltre che all'analisi statistica delle variazioni qualitative e quantitative (Pettenella et al., 2000).

Il cronogramma delle attività di rilevamento dell'estensione delle formazioni vegetali deve essere parametrizzato facendo riferimento alla tipologia (forestale, prativo, fluviale, lacustre ecc.) e alle caratteristiche di resistenza e resilienza di ciascuna di esse. Le variazioni areali delle tipologie vegetazionali identificate, devono essere individuate ed adeguatamente cartografate a seguito dei rilievi annuali di campo e campionamenti diretti e analisi dei dati.

Lo stato e il *trend* delle formazioni di interesse naturalistico in fase di cantiere deve essere condotto con cadenza annuale per identificare eventuali modificazioni, mentre in fase di esercizio, dopo i primi 2 anni può essere condotto ogni 3 anni.

L'analisi dell'ingressione di specie esotiche, ruderali e sinantropiche (ANPA, 2000) in fase di cantiere deve avere una periodicità annuale, mentre, in fase di esercizio, deve essere annuale per i primi 3 anni, quindi ogni 5 anni.

La qualità dei popolamenti e degli habitat per l'analisi dell'eventuale presenza e frequenza di patologie nei popolamenti individuati, deve prevedere una periodicità annuale (il tempo zero deve naturalmente essere identificato in fase ante operam).

La variazione nell'estensione degli habitat in fase di cantiere deve essere condotta annualmente. In fase di esercizio, annuale per i primi 3 anni, successivamente almeno ogni 5 anni.

Sarà necessario prevedere la stesura di un **protocollo di gestione delle specie** oggetto delle eventuali mitigazioni o compensazioni, con l'individuazione di idonee tempistiche di monitoraggio, includendo la periodicità dell'annaffiatura delle piantumate e del controllo del corretto attecchimento e sviluppo delle stesse. La durata del periodo di monitoraggio post operam per le opere di mitigazione e compensazione dovrà essere di almeno tre anni, al fine di garantire e verificare l'attecchimento delle specie.

Nel monitoraggio, va posta attenzione ai programmi di riabilitazione (che tendono a recuperare artificialmente le popolazioni e a favorirne naturalmente la ricolonizzazione da aree limitrofe) e a quelli di restauro (che comportano invece la ricostruzione di ecosistemi naturali o seminaturali nei territori degradati o fortemente modificati), in quanto il genotipo degli esemplari introdotti deve essere coerente con quello dei popolamenti presenti e con i motivi per cui l'opera di mitigazione o compensazione viene proposta (vedi ad esempio ISPRA, 2009. *La sostenibilità degli interventi di ripristino degli ecosistemi marino costieri nelle Aree protette*. MLG 100/2009).

## **Fauna**

Per il monitoraggio della fauna non è possibile fornire indicazioni generali sulle tempistiche, in quanto esse dipendono dal gruppo tassonomico, dalla fenologia delle specie, dalla tipologia di opera e dal tipo di evoluzione attesa rispetto al potenziale impatto. È opportuno pertanto predisporre un calendario strettamente calibrato sugli obiettivi specifici del PMA, in relazione alla scelta di uno specifico gruppo di indicatori. Ne consegue che per la predisposizione del PMA è necessario disporre di figure professionali esperte per orientare le attività agli obiettivi specifici (rilevare e misurare le alterazioni sui popolamenti faunistici e le specie *target* connesse alle attività di progetto).

### **6.4.5. Metodologie di riferimento**

Si riportano nel seguito le metodiche di monitoraggio per flora, vegetazione e fauna. Per i riferimenti bibliografici citati nel testo è possibile reperire informazioni complete nell'Appendice 1.

#### **6.4.5.1. Flora e vegetazione**

Dopo aver identificato le aree in cui effettuare il monitoraggio, si provvede, nella stagione fenologicamente adeguata, ad effettuare rilievi fitosociologici (Braun-Blanquet, 1928, 1964; Pignatti, 1959), censimento ed inventario floristico nei plot e nei quadrati permanenti lungo i transetti individuati.

Le tipologie vegetazionali possono modificare la loro estensione in relazione al disturbo indotto da variazioni delle falde idriche, alterazioni del suolo o fenomeni di inquinamento. L'analisi dell'estensione dei tipi vegetazionali deve naturalmente prevedere una fase preliminare di identificazione e descrizione delle tipologie vegetazionali e di valutazione della loro estensione nell'ambito territoriale di interesse ambientale.

Per un'adeguata interpretazione degli aspetti dinamici in fase di monitoraggio post operam, è necessario, che in fase ante operam, vengano identificate le serie di vegetazione e le successioni vegetali presenti. La conoscenza delle serie vegetazionali deve essere posta alla base della progettazione degli eventuali interventi di mitigazione e compensazione riguardanti la componente. Per le comunità temporaneamente impattate, devono essere individuati i tempi di resilienza delle stesse a fronte dell'intensità e durata della perturbazione.

Per gli eventuali interventi di compensazione, devono essere previste attività di monitoraggio relative alla mortalità e riproduzione delle specie impiantate e identificati i tempi di ripristino delle formazioni. Negli ambiti oggetto di compensazione è, inoltre, necessario, nel caso fossero individuati per favorire processi di rinaturalizzazione spontanea, osservare le modificazioni indotte dal cambio di destinazione. Il monitoraggio delle attività di compensazione e mitigazione dovrebbe, per quanto possibile, riferirsi alle strategie e alle impostazioni delle Linee guida ISPRA (vedi ad es. Blasi et al., 2010) e del Ministero dell'Ambiente.

Dal momento che nelle formazioni vegetali di interesse, le attività della fase di cantiere ed esercizio, possono determinare variazioni nella frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche, per gli habitat di particolare rilevanza è necessaria la valutazione del grado di integrità della loro flora e della vegetazione mediante rilevamenti quantitativi periodici e analisi della frequenza/copertura delle eventuali specie ruderali, esotiche e sinantropiche (vedi ad es.: Haber, 1997).

Il monitoraggio dei cambiamenti strutturali è particolarmente importante negli ambiti forestali, arbustivi di macchia e gariga mediterranea. La fase di analisi prevede:

- Misurazione dei parametri di densità (numero fusti e area basimetrica a ettaro per specie, per strato e per habitat);
- Costruzione curve di distribuzione dei diametri e delle altezze per le specie e per l'habitat totale;
- Calcolo indici di diversità strutturale (*TreeDiameterDiversity* – TDD; *TreeHeightDiversity* - THD);
- Applicazione formula di Shannon alla distribuzione dei diametri e delle altezze rispettivamente per il TDD e il THD.

Anche nelle praterie, in particolare quelle di interesse comunitario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE e rare a livello locale o regionale, è doveroso analizzare, a partire dalla fase ante operam, grado di copertura, eventuale stratificazione e altezza media delle specie chiave (per le metodologie vedi ad es.: Brokaw&Lent, 1999; Kuuluvainen et al., 1996; Kuuluvainen&Rouvinen, 2000; Shannon&Weaver, 1949).

Per la distribuzione, interpretazione e identificazione delle emergenze floristiche è necessario fare riferimento ai dati disponibili e alla nomenclatura in uso presso la Società Botanica Italiana (vedi ad es: Scoppola & Spampinato, 2005; Conti et al., 2006; SBI, 2010).

Le comunità vegetali identificate devono essere, ove possibile, correlate agli habitat Natura 2000 anche se al di fuori di SIC e ZPS (come riferimento si veda Biondi



et al., 2009; 2012).

## **Stato fitosanitario**

### ***Presenza patologie/parassitosi***

L'osservazione dello stato fitosanitario deve preliminarmente identificare eventuali processi già esistenti nell'ambito considerato. A partire da tali dati è necessario, in relazione alla tipologia di impatto individuato, monitorare periodicamente i popolamenti di specie individuati in relazione all'aumento e la comparsa di patologie.

Dal momento che l'indebolimento a causa di fattori quali inquinamento, polveri, variazioni delle falde e della loro circolazione, può determinare la comparsa di patologie e parassitosi, devono essere previsti opportuni monitoraggi in tal senso. Sono necessarie pertanto analisi quantitative e qualitative di fenomeni quali defogliazione, scolorimento, clorosi, necrosi, deformazioni ed identificazione dei patogeni e/o parassiti e del grado di infestazione dei popolamenti significativi delle specie target.

Le condizioni fitosanitarie dei popolamenti vegetali significativi devono essere analizzate prima dell'inizio dei lavori. Questa condizione rappresenterà il punto zero di riferimento.

Metodologia di rilevamento: scelti i popolamenti omogenei e statisticamente significativi per ogni tipologia individuata, ogni anno si contano gli esemplari malati o la superficie occupata dall'infestazione, i sintomi e il tipo di patologia/parassitosi

Fonti di riferimento: un esempio di scheda è quella pubblicata dall'Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari Regionale - Regione Veneto FITFOR - Monitoraggio Fitosanitario Forestale.<sup>2</sup>

### ***Tasso mortalità/infestazione specie chiave***

Qualsiasi tipo di infrastruttura può direttamente o indirettamente determinare un aumento della mortalità delle specie chiave negli habitat di interesse naturalistico interferiti o in altri ambiti di pregio naturalistico e paesaggistico (ad es. sistemi di siepi, alberi secolari etc.).

Negli ambiti territoriali di interesse è necessario, nelle tre fasi, ante, in corso

---

<sup>2</sup><http://www.unipd.it/esterni/wwwfitfo/immagini/scheda%20rilievo.pdf>

d'opera e post operam, monitorare la mortalità delle specie di particolare rilevanza ecologica.

Identificate le specie coerenti con gli habitat e con gli altri elementi di significato protezionistico, è necessaria l'istituzione di plot permanenti in cui compiere le opportune analisi. I plot devono essere individuati in modo appropriato in modo da rendere statisticamente accettabili le analisi di eventuali fenomeni di mortalità.

Metodologia di rilevamento: scelti plot omogenei e statisticamente significativi per ogni tipologia individuata, ogni anno si contano gli esemplari morti o la superficie occupata dalle zone ad elevata mortalità. Identificati quindi gli esemplari e/o le aree ad elevata mortalità per una data specie, si cerca di individuarne la causa. Un esempio di scheda fitosanitaria è quella pubblicata dall'Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari Regionale Regione Veneto FITFOR –Monitoraggio Fitosanitario Forestale<sup>2</sup>.

Fonti di riferimento: Scossiroli, 1976.

### **Stato delle popolazioni**

L'analisi floristica prevede una ricognizione dettagliata della fascia d'interesse con sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa.

I popolamenti vegetali possono essere influenzati dall'aumento del disturbo dovuto alle attività di cantiere e dell'opera in esercizio. In entrambi i casi, il numero dei campionamenti necessari a un appropriato monitoraggio dell'impatto dipende dall'estensione e dalle caratteristiche dell'opera e deve essere opportunamente motivato in relazione alle dimensioni e distribuzioni dei popolamenti floristici significativi nell'area di interferenza. La frequenza dei rilevamenti deve, invece, essere basata sulla fenologia delle specie target e delle formazioni vegetali in cui vivono.

#### Fase ante operam

È necessaria la raccolta di dati per l'identificazione preliminare dello stato della flora e quindi è necessario produrre elenchi floristici di riferimento per ogni area d'indagine identificando le entità di maggior rilievo dal punto di vista naturalistico in modo da attivare un controllo continuo. Nell'ambito territoriale di interferenza deve essere annotata l'eventuale presenza di specie protette a livello comunitario (Dir. 92/43/CEE), nazionale (DPR 357/1997, DPR 120/2003) e regionale (vedi: Alonzi et al., 2006). Devono inoltre essere prese in considerazione le specie minacciate secondo i criteri IUCN applicati per l'Italia (Scoppola & Spampinato 2005; Rossi et al., 2013).

Per tutte le specie considerate, la nomenclatura deve essere basata sulle checklist ufficiali (Conti et al., 2005) e aggiornamenti (vedi ad es.: Rossi et al., 2008). Di tali specie devono essere individuati i popolamenti rappresentativi che saranno oggetto di monitoraggio.

#### Fase in corso d'opera e post operam

Le popolazioni di specie di interesse naturalistico devono essere monitorate periodicamente nell'opportuno periodo fenologico. Nell'ambito del recupero della vegetazione nelle aree di cantiere dismesse o sottoposte ad azioni di compensazione, è considerato positivo un *turn-over* delle specie che vada nel senso della successione vegetale identificata durante la fase ante operam.

#### Condizioni e trend di specie o gruppi di specie vegetali selezionate (impoverimento delle popolazioni di specie target)

Nell'ambito dell'analisi delle condizioni e trend di specie o gruppi di specie vegetali è considerata negativa una diminuzione della frequenza e copertura delle specie vegetali pregiate rispetto a quanto riscontrato nella fase ante operam.

Metodologia di rilevamento: confronto tra i dati ottenuti da rilievi cartografici, floristici e vegetazionali effettuati nel territorio in tempi diversi.

Fonti di riferimento: ANPA, 2000.

### **Stato degli habitat**

In fase ante operam devono essere elencati, localizzati, cartografati e caratterizzati tutti gli habitat significativi per la distribuzione di specie rare e protette presenti nell'area di ricaduta dei potenziali effetti dell'opera considerata.

Gli habitat da rilevare sono quelli che hanno significato ecologico dal punto di vista strutturale (foreste, macchie, cespuglieti, brughiere), in quanto habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE), oppure che rivestono importanza per la tutela di specie protette sia animali che vegetali (habitat di specie).

Per analizzare le variazioni qualitative e quantitative devono essere individuati specie e fattori ambientali da utilizzare come indicatori ed il cui monitoraggio periodico sia in grado di fornire indicazioni sull'integrità dell'habitat.

In tale fase è necessario condurre un'analisi finalizzata all'identificazione dei fattori chiave del valore ecologico di un habitat. È possibile stabilire il Valore di Naturalità dell'ambito territoriale di interesse, identificando i fattori chiave del valore

ecologico di un habitat e applicando algoritmi sui parametri identificati (vedi ad es. Consorzio Ferrara Ricerche, 2009).

In fase post operam l'applicazione di algoritmi sui parametri identificati permetterà di controllare l'eventuale presenza di variazioni.

In relazione al disturbo indotto dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, è necessario individuare aree permanenti in cui monitorare periodicamente lo stato degli habitat di interesse naturalistico presenti; tali aree devono essere statisticamente significative rispetto all'estensione o alle caratteristiche ecologiche degli habitat *target*.

Per l'analisi qualitativa è possibile individuare specie o gruppi di specie di cui monitorare lo stato delle popolazioni (distribuzione, frequenza, copertura), confrontando dati ottenuti da rilievi effettuati nel territorio in tempi diversi (ANPA, 2000).

È possibile fare riferimento a diversi indicatori utilizzabili in relazione anche all'estensione e all'impatto dell'opera e alla periodicità del monitoraggio dell'habitat (APAT, CTN- NeB, 2003, agg. 2005).

Per la definizione della qualità ecologica degli habitat della fascia perilacustre dei corpi idrici continentali, è stato proposto l'Indice di Funzionalità Perilacuale (IFP) (SNIFFER, 2008; Siligardi, 2009) che prevede la compilazione di un' apposita scheda per la rilevazione dei parametri IFP.

Le metodologie di rilevamento possono essere basate su plot e transetti.

### ***Frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche***

Questo indicatore è utilizzato per valutare il grado di integrità della flora e della vegetazione presenti nell'habitat.

Metodologia di rilevamento: rilevamento quantitativo periodico e analisi della frequenza/copertura delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche nell'habitat.

Fonti di riferimento: Haber, 1997.

### ***Rapporto tra specie alloctone e specie autoctone***

Lo studio floristico deve prevedere l'analisi delle condizioni e dei trend di specie o gruppi di specie vegetali pregiate, la qualità e la ricchezza delle popolazioni. In particolare l'analisi del rapporto tra specie alloctone, sinantropiche, ruderali e specie autoctone è una fase fondamentale nella valutazione dell'integrità floristica degli ambiti territoriali di interesse in relazione agli impatti determinati dall'opera.

Metodologia di rilevamento: rilevamento floristico periodico di porzioni omogenee di territorio; individuazione del numero di specie alloctone presenti; calcolo percentuale rispetto al totale delle specie presenti.

Fonti di riferimento: ANPA 2000.

### ***Estensione habitat d'interesse naturalistico***

Gli habitat *target* possono modificare la loro estensione in relazione al disturbo indotto, ad esempio, da variazioni delle falde idriche, da alterazioni del suolo o da fenomeni di inquinamento.

Le variazioni devono essere individuate mediante la creazione di strati cartografici il cui punto zero deve essere realizzato nella fase ante operam. L'attività cartografica richiede indagini di campo con uscite e campionamenti diretti, analisi dei dati, determinazione dei tipi vegetazionali con il fine di controllare le interferenze e i cambiamenti nella componente floristico-vegetazionale.

Il cronogramma delle attività di rilevamento deve essere parametrizzato in riferimento alla tipologia di habitat (forestale, prativo, fluviale, lacustre etc.) e alle caratteristiche di resistenza e resilienza degli habitat individuati.

Gli habitat identificati devono, ove possibile, essere riferiti agli habitat Natura 2000 (per le tipologie italiane vedi: Biondi et al., 2009; Biondi et al., 2012), che rappresentano emergenze naturalistiche anche se localizzate al di fuori di aree protette o di interesse conservazionistico.

Metodologia di rilevamento: cartografia periodica delle formazioni presenti e analisi statistica delle variazioni.

Fonti di riferimento: Pettenella et al., 2000

### ***Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico***

In relazione al disturbo indotto dall'opera è necessario individuare aree permanenti in cui monitorare periodicamente lo stato degli habitat di interesse naturalistico presenti. Tali aree dovranno essere statisticamente significative rispetto all'estensione o alle caratteristiche ecologiche degli habitat *target*.

Rispetto alla fase ante operam sono considerate tendenze negative l'aumento della frequenza e copertura delle specie esotiche, ruderali e sinantropiche, l'alterazione strutturale, la rarefazione di specie pregiate (ad es. Orchidee) e la

diminuzione dell'estensione dell'habitat. Va tuttavia stabilito se la contrazione dell'habitat rientra nella successione normale o dipende dal disturbo indotto dall'opera in progetto.

Preliminarmente all'applicazione delle metodologie relative ai vari habitat, è necessario individuare, localizzare, giustificare e valutarne lo stato mediante l'uso di opportuni indicatori tra cui:

Per gli habitat terrestri e acquatici:

- *Valore di Naturalità Potenziale (Vnp)*

Metodologia di rilevamento: identificazione dei fattori chiave del valore ecologico di un habitat; applicazione di un algoritmo sui parametri identificati.

Fonti di riferimento: Berthoud et al., 1989; Consorzio Ferrara Ricerche, 2009.

Per gli habitat fluviali:

- *Indice di naturalità vegetazionale (Inv)*

Metodologia di rilevamento: il valore dell'indice di naturalità si ottiene sommando i valori assegnati a ciascuno dei tipi vegetazionali presenti, ponderati secondo la loro estensione.

Fonti di riferimento: ARPA Piemonte, 2001.

- *Indice vegetazionale*

Metodologia di rilevamento: L'indice è calcolato sommando i due indici parziali, Ivb e Inv, ponderati secondo specifici coefficienti (6 per la naturalità e 0,4 per la varietà biotipica). L'indice Ivb (Indice di varietà biotipica) valuta la varietà ecosistemica. Si attribuisce l'indice analizzando in una tratta di 2 km la presenza di biotipi complementari dal punto di vista strutturale e funzionale ed attribuendo alla sezione di indagine un valore. Il criterio di valutazione è basato sul numero ottimale di elementi naturali.

Fonti di riferimento: ARPA Piemonte, 2001.

- *Indice di Vegetazione Riparia (Ivr)*

Questo indice consente di caratterizzare e valutare la funzionalità della copertura vegetale.

Metodologia di rilevamento: la metodologia definisce tipologie di copertura

vegetale e di uso del suolo cui sono attribuiti indici specifici che traducono numericamente la funzionalità delle tipologie stesse.

Fonti di riferimento: Minciardi et al., 2003.

Per gli habitat lacustri:

- *Indice di Funzionalità Perilacuale (Ifp)*

L'indice è utilizzato per la definizione della qualità ecologica. Ai fini della applicazione del metodo, per fascia perilacuale si intende una fascia topograficamente sita attorno al lago, che comprende parte della zona litorale (littoral zone fino a profondità massima di un metro) e si estende fino a 50 metri dalla linea di costa (shoreline).

Metodologia di rilevamento: Compilazione della scheda per la rilevazione dei parametri IFP

Fonti di riferimento: Siligardi, 2009.

In Appendice 2 è fornito uno specifico approfondimento sulle metodologie di riferimento per il monitoraggio delle fanerogame acquatiche (ambiente di transizione e marino).

#### **6.4.5.2. Fauna**

L'utilizzo di cataloghi o repertori fornisce informazioni sulla presenza delle specie nel territorio, integrate spesso da informazioni sugli habitat frequentati, la località del rinvenimento, gli estremi di distribuzione altitudinale o dell'areale. È quindi possibile dedurre informazioni sulle variazioni della composizione delle biocenosi di un territorio avvenute nel corso degli anni. L'informazione qualitativa desumibile da detti elenchi non è però sufficiente per fini applicativi, come nel caso della valutazione degli impatti ambientali, dove è necessario considerare anche la dimensione spaziale.

Maggiori indicazioni sono fornite dagli Atlanti faunistici, che individuano la presenza di specie in un determinato territorio, discretizzato in aree di uguale superficie (in genere i dati sono organizzati in reticoli a maglie regolari, il cui lato può dipendere dall'estensione del territorio preso in esame).

Tuttavia una caratterizzazione faunistica adeguata può essere conseguita solo attraverso un adeguato piano di campionamento, basato su sopralluoghi effettuati nell'area di interesse.

A seconda delle specie oggetto di indagine, devono essere adottate specifiche

metodologie di rilevamento standardizzate, al fine di omogeneizzare la raccolta di dati. Le specie animali possono essere monitorate valutando le caratteristiche dei singoli individui, delle popolazioni e dei loro habitat. Si può fare riferimento sia a metodi di indagine qualitativi (che consentono di stilare la checklist delle specie presenti) che quantitativi (che consentono di stimare l'abbondanza degli individui per ciascuna specie).

Per quanto riguarda le popolazioni animali, la loro mobilità e dinamicità e la tendenza a occultarsi, rendono oltremodo difficile standardizzare le metodiche che variano anche al variare dell'obiettivo di monitoraggio. Per le difficoltà sopra citate è piuttosto raro che si possano effettuare rilievi che prevedano il censimento dell'intera popolazione. Molte stime censuarie sono ottenute operando in aree campione dimensionate sulla base delle caratteristiche delle popolazioni oggetto di studio.

Tra le metodologie di campionamento utilizzate, molte fanno riferimento a tecniche di cattura-marcatura-rilascio e successiva ricattura di un certo numero di individui, per risalire con un calcolo proporzionale, alla stima della consistenza della popolazione. Altre sono legate a osservazioni effettuate da punti fissi o transetti, elaborando i dati ottenuti sulla base delle distanze per ottenere una scala territoriale del dato.

Più utilizzate, perché di più semplice ed economica realizzazione in relazione ai risultati attesi, sono le tecniche di stima dell'abbondanza di popolazioni animali basate sulla ricerca di tracce, sull'uso di trappole, sulla raccolta di suoni, sulla ricerca di escrementi, sulla cattura e riconoscimento di un certo numero di individui. In questi casi, si utilizzano schemi campionari basati per lo più su transetti di forma e dimensioni variabili, secondo metodologie messe a punto specificamente per ciascuna specie o taxa.

In linea generale per le popolazioni animali, per ridurre i margini di errore di stima legati alla mobilità, campionamenti di tipo estensivo sono da preferire a quelli di tipo intensivo.

Vengono di seguito riportati indicazioni utili per il monitoraggio della fauna vertebrata (ciclostomi, pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi) suddivise in ambiente terrestre e di acque dolci, e ambiente marino e di transizione.



## **Ambiente terrestre e di acque dolci**

### ***Pesci e Ciclostomi***

#### Metodologia "acque correnti"

I campionamenti ittici in ambiente lotico vengono principalmente effettuati mediante l'utilizzo dell'elettrostorditore il quale, se utilizzato in maniera appropriata, permette di catturare i pesci, senza recare danni alla loro salute. Gli esemplari catturati vengono successivamente narcotizzati al fine di poter rilevare i parametri biologici e l'attribuzione sistematica; al termine delle operazioni gli esemplari vengono liberati. La pesca elettrica viene utilizzata sia nei tratti dei corsi guadabili (< 0,7 m) che in quelli più profondi (< 0,7 m).

Nei tratti non guadabili dei fiumi, soprattutto nelle aree potamali vengono utilizzate reti opercolari o altre reti da posta, quali ad esempio i bertovelli.

Per poter garantire la replicabilità dei campionamenti e confrontare quindi i diversi dati ottenuti, l'equipaggiamento e i protocolli per la cattura della fauna ittica devono essere gli stessi per ciascun campionamento svolto nello stesso sito.

#### Unità di campionamento

La stazione di campionamento è costituita da un tratto omogeneo di lunghezza minima pari a 10-20 volte la larghezza dell'alveo.

#### Frequenza della raccolta dati

Il monitoraggio dovrebbe avere frequenza stagionale o annuale

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

L'applicazione delle procedure consente di ottenere una checklist delle specie presenti e informazioni sull'abbondanza e la biomassa delle singole specie e sulla struttura delle popolazioni, suddividendole in classi di età o taglia.

#### Metodologia "bacini lacustri"

L'analisi dei popolamenti ittici viene in genere effettuata tramite bilancelle a mano delle dimensioni di 150 cm di lato con maglia pari a 10 mm e reti da posta multi selettive. Il metodo della marcatura mediante tatuaggio o ancorette numerate (floytag) è invece utilizzato per la stima della densità delle popolazioni.

Per quanto riguarda invece l'utilizzo dell'ecoscandaglio, questo presenta aspetti sia positivi che negativi. È una tecnica di censimento che può essere considerata

efficace in quanto non altera il comportamento dei pesci durante lo studio, non modifica quantitativamente le popolazioni ittiche ed è indipendente dai parametri ambientali. Tuttavia questo metodo può portare ad errori di valutazione dovuti alla lettura come pesci di falsi bersagli, all'incertezza dell'esistenza di relazioni tra i risultati ottenuti e la biomassa ittica, alla difficoltà di campionamento di popolazioni localizzate sul fondo o in superficie e all'impossibilità di classificare le specie campionate.

#### Unità di campionamento

L'unità di campionamento è rappresentata o dal lago stesso o da una superficie nota delle reti utilizzate per la cattura.

#### Frequenza della raccolta dati

Il monitoraggio dovrebbe avere frequenza stagionale o annuale

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

L'applicazione delle procedure consente di ottenere una checklist delle specie presenti e informazioni sull'abbondanza e la distribuzione delle stesse. Possono inoltre essere elaborate stime di densità di popolazione.

Fonti di riferimento: vedi Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna - Pesci e Ciclostomi)

### **Anfibi**

#### Metodologia

Lo studio della fauna anfibia viene effettuato principalmente mediante l'utilizzo delle tecniche di censimento di seguito riportate.

- *Quadrati e patch*: l'area di studio viene suddivisa in quadrati di dimensioni uguali, all'interno dei quali vengono contati gli individui presenti. È possibile delimitare ogni plot con pali o linee predefinite. Tutti gli anfibi nel quadrato esaminato saranno catturati e monitorati, successivamente saranno liberati nel quadrato di provenienza e ci si sposterà a delimitare ed indagare il quadrato successivo. I quadrati di campionamento devono essere distanziati di circa 100 metri l'uno dall'altro, in modo tale che gli animali di un quadrato non riescano a spostarsi in quelli limitrofi durante i rilievi.

Il metodo dei patch invece si basa sul fatto che le popolazioni di anfibi tendono a concentrarsi in microhabitat specifici che rappresentano quindi le

aree di indagine.

- *Transetti* (visivi e audio): si esegue un percorso lineare di lunghezza definita e vengono contati gli individui presenti a destra e sinistra del percorso. La distanza tra un transetto e l'altro deve essere fissa e non deve essere inferiore a 5 metri.

Nel caso di anfibi acquatici canori, quali ad esempio gli anuri, vengono contati i richiami dei maschi lungo il transetto o in punti d'ascolto. Il transetto (della lunghezza di circa 1 km) deve essere collocato in modo casuale intorno ad un sito riproduttivo. Questa tecnica prevede un'elevata specializzazione da parte dell'operatore, in quanto ogni canto deve corrispondere ad un solo individuo e non deve essere contato più volte. Le ore in cui si rileva la maggiore attività canora sono quelle comprese tra le 18:00 e le 24:00.

Il *night driving* è invece un transetto rappresentato dalla strada percorsa e la tecnica consiste nel contare gli individui incontrati nell'unità di tempo durante le ore notturne.

- *Visual Encounter Surveys*: consiste nel percorrere un'area a piedi, secondo una tempistica stabilita, ed annotare le specie e gli individui osservati durante il percorso. A differenza del transetto di campionamento questo metodo può essere applicato intorno ad una pozza e lungo un percorso a reticolo ed è generalmente utilizzato per monitorare superfici molto ampie.
- *Cattura e ricattura*: prevede la cattura, la marcatura e il rilascio di parte della popolazione presente. Dopo circa dodici ore si procede alla ricattura degli individui marcati. La ricerca degli individui in acqua si basa su una perlustrazione del sito stabilendo un numero medio di retinate per campionamento, in funzione delle dimensioni del sito stesso. In media si procede effettuando 1 - 2 retinate ogni 10 metri quadrati di superficie d'acqua indagata, lungo percorsi prestabiliti.

La marcatura viene effettuata tramite tatuaggi, elastomeri fluorescenti, pit, radio-tracking e toe-clipping (spesso scoraggiata per indagini su campo, in quanto considerata troppo invasiva), mentre per la cattura sono utilizzate tecniche manuali quali avvistamento diretto, retini, trappole acquatiche, trappole a caduta, elettrostorditore. L'uso del radio-tracking può risultare utile per studiare i micro habitat e per determinare sia l'estensione dell'*home range* che le attività giornaliere e stagionali.

- *Campionamento delle larve*: il metodo più frequentemente utilizzato è quello

della pescata casuale con il retino, a maglie piccole di 1 mm di larghezza. Se le acque sono molto profonde, o se i fondali sono ricchi di tronchi, rocce e rami, vengono utilizzate delle trappole, mentre nel caso di tratti di acqua molto estesi, si ricorre all'uso di reti (sciabiche a maglia fine con maglia da 1 a 7 mm, lunga da 1 a 2 metri).

Infine un metodo considerato di supporto a quelli sopra elencati, ma non esaustivo, è quello della *raccolta degli animali uccisi* a causa del traffico veicolare.

Il monitoraggio delle specie anfibie viene svolto durante tutte le fasi del ciclo vitale: uova, larve e adulti.

#### Unità di campionamento

Nei censimenti a vista l'unità di campionamento è costituita generalmente da un transetto lineare di lunghezza prestabilita; vengono contati gli esemplari che si osservano a sinistra e a destra della linea che si sta percorrendo. Per ottenere informazioni utili in un'area di studio si devono identificare almeno 25 – 30 transetti lunghi circa 100 metri e larghi 2 metri.

Nel caso di transetti audio l'unità di campionamento è il punto d'ascolto o l'area umida.

Il metodo dei quadrati campione prevede la suddivisione dell'area da studiare in quadrati di uguale dimensione (da 1 m<sup>2</sup> a 25 m<sup>2</sup> per area) ed è da preferire nel caso di specie che rifuggono la luce diretta del sole (salamandre). Il quadrato rappresenta l'unità di campionamento e può essere posizionato in maniera sistematica o casuale. All'interno dei quadrati selezionati vengono cercati e contati tutti gli esemplari.

Per il campionamento dei girini viene effettuata la conta delle larve compresa in un volume di acqua pari a 1-10 m<sup>3</sup>.

#### Frequenza della raccolta dati

Gli anfibii devono essere monitorati con frequenza annuale durante i tre periodi "biologici": riproduttivo, post-riproduttivo, pre-ibernazione.

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

La ricerca visiva, i transetti al canto, il controllo dei siti riproduttivi e la stima quantitativa delle larve forniscono informazioni sull'abbondanza relativa delle specie. I quadrati, i transetti, i patch e la stima quantitativa delle larve forniscono informazioni sulla densità. La compilazione di checklist e il visual encounter surveys forniscono informazioni sulla ricchezza specifica.

Fonti di riferimento: vedi Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna - Anfibi)

## ***Rettili***

### Metodologia

Per il monitoraggio dei rettili sono utilizzati principalmente metodi di rilevamento per osservazione diretta (censimento a vista lungo transetti lineari e conta totale in quadrati campione) e metodi di cattura (cattura manuale, cattura mediante trappole, cattura/marcatura/ricattura).

Nel censimento a vista, i transetti devono essere percorsi a piedi in modo da coprire i principali tipi di ambienti presenti nell'area indagata e quindi è necessario definire e strutturare gli habitat in cui si effettua il censimento e i punti di maggiore attenzione in ognuno di essi, come le migliori aree di termoregolazione (aree aperte, cumuli di detriti, fascine di legna, ecc), facendo attenzione agli ambienti caratteristici tipici di ogni specie (sentieri, strade bordate da vegetazione arbustiva, ispezione del terreno sotto le pietre, cavità e screpolature del tronco degli alberi, fessure nelle rocce e nei muretti a secco).

Il censimento visuale consente di determinare la presenza/assenza degli organismi, la distribuzione degli adulti, la distribuzione dei siti di riproduzione.

La cattura degli individui può essere effettuata tramite i seguenti metodi:

- *Cattura manuale:* ricerca intensiva in microhabitat tipici delle specie che si intende censire. A seconda della specie è necessario fare attenzione ai differenti potenziali rifugi e all'utilizzo di strumentazione appropriata agli organismi da catturare (canna e filo di nylon montato con cappio e nodo scorsoio in cui si cerca di fare entrare il capo degli animali, bastoni con estremità ad Y, retini a maglia ecc.)
- *Cattura mediante trappole:* metodo utilizzato per rettili terrestri consistente in trappole a caduta che possono essere posizionate nelle vicinanze degli habitat preferenziali. Le trappole possono anche essere posizionate insieme a barriere al fine di incrementare il successo di cattura.
- *Cattura-marcatura-ricattura:* si utilizzano apposite nasse (trappole) controllate giornalmente. Gli animali catturati vengono misurati morfometricamente e marcati (con coloranti atossici); i rettili possono essere marcati anche con vernici indelebili; nel caso degli ofidi, mediante il prelievo

di scaglie ventrali sopra la cloaca.

Alcune specie sono attive di notte e quindi è necessario effettuare il monitoraggio in notturna con l'ausilio di apposite torce. In alcuni casi per aumentare la possibilità di incontro vengono utilizzati nascondigli artificiali come teli o assi.

#### Unità di campionamento

Nei censimenti a vista l'unità di campionamento è costituita generalmente da un transetto lineare di lunghezza prestabilita; vengono contati gli esemplari che si osservano a sinistra e a destra della linea che si sta percorrendo (l'osservatore cammina per una distanza fissa e lineare, generalmente compresa tra 0.1 e 1 km); i transetti sono utilizzati per il monitoraggio di specie attive durante il giorno.

Il metodo dei quadrati campione prevede la suddivisione dell'area da studiare in quadrati di uguale dimensione (da 1 m<sup>2</sup> a 25 m<sup>2</sup> per area) ed è da preferire nel caso di specie che rifuggono la luce del sole; in questo caso il quadrato rappresenta l'unità di campionamento e può essere posizionato in maniera sistematica o casuale. All'interno dei quadrati selezionati vengono cercati e contati tutti gli esemplari. È possibile delimitare ogni plot con pali o linee predefinite.

#### Frequenza della raccolta dati

Durante la fase ante operam, i censimenti a vista devono essere effettuati con regolarità nell'arco di 12 mesi con copertura temporale che tenga conto dei differenti cicli vitali delle varie specie (stagione riproduttiva). La frequenza dei campionamenti deve essere almeno stagionale e va mantenuta anche durante le fasi in corso e post operam.

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

I censimenti a vista (dati qualitativi) lungo transetti o quadrati consentono la compilazione di checklist; il metodo dei transetti: permette di stimare la variazione e l'abbondanza relativa delle specie lungo un gradiente ambientale, mentre il metodo dei quadrati campione consente, noto il rapporto tra la superficie dell'area di studio e superficie dei quadrati campionati, di calcolare il numero totale di esemplari presenti nell'area di studio. Le tecniche di cattura/marcatura/ricattura consentono di stimare la popolazione e di effettuare il calcolo di indici di abbondanza.

Fonti di riferimento: vedi Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna - Rettili)

## **Uccelli**

### Metodologia

I metodi di rilevamento dell'avifauna possono essere in questa sede elencati secondo criteri di applicabilità (livello ecologico, biologia/ecologia delle specie). Riguardo al livello ecologico oggetto di indagine (individuo, popolazione, comunità), la registrazione e l'analisi dei ritrovamenti di individui deceduti o con problemi (traumi, malattie/parassitosi/tossicosi, turbe comportamentali, ecc.), sono tra i pochi metodi utilizzabili per valutare impatti a livello di singolo individuo. A questi possono essere affiancate, per taluni casi da valutare in base alla tipologia di opera, campagne di indagine eco-tossicologica o sanitaria su campioni di popolazione. La compilazione di checklist semplici è uno strumento funzionale in pratica solo a livello di comunità. Un'altra serie di metodi (mappaggio, punti di ascolto e transetti lineari, conteggi in colonie/dormitori/gruppi di alimentazione, conteggi in volo, cattura-marcaggio-ricattura, *playback*), è invece applicabile sia per indagini a livello di popolazione, sia per studiare la struttura di popolamento di una comunità ornitica definita.

Per la maggior parte delle metodologie, la scelta può essere guidata dal modo con cui le specie da monitorare si distribuiscono sul territorio interessato:

- per specie ampiamente distribuite: compilazione di checklist semplici e con primo tempo di rilevamento, censimenti a vista, mappaggio, punti di ascolto e transetti lineari di ascolto (con o senza uso di *playback*), cattura e marcatura.
- per specie raggruppate e/o localizzate: conteggi in colonia riproduttiva, conteggi di gruppi di alimentazione, dormitorio, in volo di trasferimento, cattura-marcaggio-ricattura (anche con utilizzo di tecnologie radio-satellitari).

Per determinati tipi di opere, o per finalità precise come lo studio delle variazioni di comportamento di gruppi appartenenti alla comunità ornitica (es. modifica dei siti di nidificazione, alimentazione o dormitorio, variazione dei percorsi di spostamento, oppure per indagini mirate su specie dalle caratteristiche particolari che le rendono non monitorabili con altri metodi), ci si può avvalere di cattura-marcaggio-ricattura (anche con utilizzo di tecnologie radio-satellitari), conteggi di uccelli in migrazione e studio delle altezze/direzioni di volo (a vista, radar, ecc.), censimenti specifici mediante risposta al *playback*, analisi di campioni biologici, analisi genetiche.

Va precisato che in tutti i casi il monitoraggio o il campionamento deve essere progettato ed eseguito da ornitologi di comprovata esperienza, sulla base di

un'indagine preliminare (bibliografica e/o di campo) volta a individuare le metodologie più idonee al caso in questione.

#### Frequenza e durata della raccolta dati

Tre sono i parametri temporali da considerare: la durata complessiva del monitoraggio oggetto del PMA (fasi ante operam, in corso d'opera, post operam), la durata dei periodi di monitoraggio (campagne) nell'ambito delle diverse fasi del PMA, la frequenza di sessioni di monitoraggio all'interno di ciascuna campagna.

*Durata complessiva del PMA:* nella fase ante operam, l'obiettivo è stabilire i parametri di stato e i valori di riferimento/obiettivo per le fasi di monitoraggio successive. Durata minima: un anno solare. In corso d'opera, la durata è in relazione al tipo di opera, e in linea generale dovrebbe consentire di seguire tutta la fase di realizzazione dell'opera, monitorando periodi fenologici interi quale unità minima temporale. Nella fase post operam, la durata deve consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine seguendo il principio di precauzione (minimo 3 anni, con prolungamenti in caso di risultati non rassicuranti), oppure fino al ripristino delle condizioni iniziali o al conseguimento degli obiettivi di mitigazione/compensazione, ove previsti.

*Durata delle campagne:* per ragioni pratiche si può suddividere il monitoraggio in periodi fenologici: 1) svernamento (metà novembre – metà febbraio); 2) migrazione pre-riproduttiva (febbraio – maggio); 3) riproduzione (marzo – agosto); 4) migrazione post-riproduttiva/post-giovanile (agosto – novembre). Le durate dei periodi qui riportati sono puramente indicative, nell'ottica di includere intere comunità, in quanto le fenologie variano notevolmente a seconda delle specie, potendo, inoltre, presentare frequentemente periodi di sovrapposizione. Il principio generale è quello di programmare le durate in modo che il periodo di indagine contenga sia l'inizio che la fine del fenomeno fenologico delle specie *target*, basandosi su sulla letteratura scientifica di settore (vedi Appendice 1).

*Frequenza:* si tratta dell'aspetto temporale più problematico da programmare. Le frequenze ottimali teoriche non tengono conto di fattori di limitazione della fattibilità "esterne" (economicità, accessibilità, ecc.), tuttavia vanno intese come riferimenti a cui il PMA deve tendere. Considerando i quattro periodi fenologici, la decade (una sessione ogni 10 giorni) è la frequenza minima da considerare per lo svernamento e la riproduzione. Per i monitoraggi della migrazione, la frequenza ottimale è giornaliera, in orari individuati come significativi per le specie *target*. Dovendo limitare tale



frequenza ci si può riferire alla pentade o, in extrema ratio, alla decade. Una soluzione alternativa, per certe specie dalle fenologie migratorie ben note, può essere quella di programmare un certo numero di periodi campione a cadenza giornaliera all'interno del più ampio periodo di migrazione.

#### Tipologia del dato finale prodotto e indicatori derivanti dalla raccolta dati

I risultati ottenuti dipendono dalla tipologia di censimento adottata. A livello di individuo e popolazione: numero di eventi fatali, frequenza di patologie/eventi sub letali, frequenza di casi di anomalie comportamentali. Lo studio di popolazioni mira ad esprimere modelli e indici descrittivi delle dinamiche demografiche: abbondanze, consistenza della popolazione, numero coppie riproduttive, tassi di successo riproduttivo e produttività, indici di sopravvivenza e reclutamento, rapporto classi di età, variazione fenologica locale, variazione percorso di migrazione, variazione distribuzione spaziale. L'analisi del popolamento produce elenchi di specie, abbondanze relative, indici di diversità (tra le più utilizzate: ricchezza specifica totale (S) e Ricchezza specifica di Margalef ( $d$ ), diversità di Shannon ( $H'$ ) e Indice di equiripartizione (J), dominanza di Simpson (D), frequenza di specie di interesse conservazionistico/rare/minacciate, presenza e abbondanza relativa di specie antropofile, presenza e abbondanza relativa di specie predatrici. Per le interazioni delle specie *target* con specie alloctone/problematiche, ci si aspetta di ottenere un set di informazioni che include il tasso di predazione delle nidiate, la numerosità e/o l'abbondanza relativa di specie alloctone/problematiche. Tra le varie forme con cui i dati possono essere resi, il livello minimo consiste in statistiche descrittive, carte tematiche con *layer* informativi relativi a distribuzione e/o densità o tracciati di spostamento/migrazione, o ancora elaborazioni grafiche e carte che uniscono informazioni sugli habitat e specie *target*.

Fonti di riferimento: vedi Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna - Uccelli)

### ***Mammiferi terrestri***

I Mammiferi terrestri presentano una notevole diversità di comportamenti che si riflette nella varietà di metodologie applicate per il monitoraggio. In genere, per ottenere dati sulla consistenza delle popolazioni si ricorre all'utilizzo di indici, il cui valore è correlato con la dimensione della popolazione, ottenuti mediante rilevamento di segni di presenza o conteggio diretto dei soggetti. Gli indici di abbondanza

richiedono una precisa strategia di campionamento e la standardizzazione sia dello sforzo di campionamento sia delle tecniche di conteggio affinché i dati ottenuti nel tempo/spazio possano essere confrontati. Tutti i sistemi basati sul conteggio diretto degli individui sono soggetti al limite derivante dalla incompleta osservabilità degli animali, per cui un censimento vero e proprio è quasi sempre impossibile. Per ovviare a tale limite sono state sviluppate metodologie in grado di incorporare la osservabilità degli individui nel risultato finale e produrre vere e proprie stime di popolazione, con associati livelli di errore.

Il *capture-mark-recapture* (cattura-marcatura-ricattura –CMR, per i diversi modelli si veda Williams *et al.* 2002) può essere in linea teorica applicato a tutte le specie ed è uno degli approcci più affidabili per stimare la consistenza di popolazione dei Mammiferi. Questo metodo prevede un certo grado di variabilità nel successo di cattura e marcatura degli individui nonché nel loro riavvistamento/ricattura, esso quindi richiede un adeguato sforzo sia per la pianificazione sia per la realizzazione. L'assunto di base è che la proporzione di animali marcati nel campione di animali ricatturati è uguale alla sua proporzione nella popolazione complessiva, pertanto conoscendo il numero di animali marcati si può ricavare il valore della consistenza della popolazione. Le ricatture possono essere anche di tipo visivo (avvistamenti) se conseguentemente alla cattura i soggetti sono stati opportunamente marcati. Sono in corso di sviluppo metodi di marcatura-ricattura su base genetica, a partire da campioni estratti da materiale biologico (escrementi, materiale tricológico). Un altro metodo in grado di incorporare la probabilità di rilevamento nel risultato finale è il *distancesampling* (Franzetti&Focardi 2006), metodo di stima delle popolazioni basato sulla misura delle distanze di avvistamento rispetto, solitamente, ad un transetto lineare. In linea teorica, può essere applicato a tutte le specie, sia notturne che diurne, ed in sinergia con altre tecniche (*pelletgroupcount*, marcatura-ricattura).

Infine, l'uso di fototrappole (O'Connelet *al.* 2011) opportunamente collocate è di grande utilità, a supporto di tutte le metodologie descritte, al fine di accertare aree di frequentazione e di presenza, per la maggior parte dei mammiferi terrestri. Tuttavia non è stato ancora sviluppato uno stimatore efficace che consenta di valutare la consistenza delle popolazioni mediante fototrappole e pertanto il loro uso rimane associato esclusivamente alla realizzazione di studi mirati a rilevare la presenza di una specie.

Per le fonti di riferimento si rimanda all' Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna – Mammiferi terrestri).

## *Ungulati*

### Metodologia

Per quantificare le popolazioni, sono generalmente utilizzati conteggi di segni di presenza (*pelletgroupcount*) o degli individui (conteggi notturni con faro - *spot-light*) lungo transetti lineari, e conte dirette da punti fissi e/o percorsi all'interno di settori di osservazione opportunamente identificati (Mayle et al. 1999, Raganella-Pelliccioni et al., 2013). Per gli Ungulati alpini, si ricorre al conteggio effettuato in comprensori (*blockcount*) solitamente coincidenti con il massiccio montuoso da questi occupato. L'applicazione di tali tecniche (conte dirette, *spot-light* e *blockcount*) consente di ottenere il valore della popolazione minima o, attraverso l'applicazione di specifiche formule, la stima della dimensione della popolazione (*pelletgroupcount*).

### Unità di campionamento

Nel caso del *pellet-groupcount* e dello *spot-light* l'unità di campionamento è rappresentata da transetti lineari, selezionati con criteri di tipo probabilistico, di lunghezza ed ampiezza variabili a seconda della qualità del risultato che si desidera ottenere in termini di accuratezza (si veda a tal proposito Thompson et al. 1998). Naturalmente le tipologie di censimento notturno (*spot-light*) sono adottabili principalmente nel periodo di riposo vegetativo (da fine novembre a marzo-aprile, a seconda dell'altitudine) e in presenza di una rete viaria sufficientemente sviluppata percorribile con mezzi fuoristrada. Inoltre, appare consigliabile una stratificazione dei dati di presenza per tipologie ambientali, calcolando prima le consistenze parziali per ogni tipologia ambientale e poi quella complessiva.

Nel caso delle conte dirette da punti fissi, occorre individuare un'area delimitata da elementi topografici ben definiti (creste, fiumi etc.) e/o da altri elementi potenzialmente in grado di svolgere la funzione di barriera agli spostamenti compiuti dagli animali (ad esempio strade ad elevata percorrenza) e sufficientemente grande da contenere un'unità di popolazione. L'ampiezza di tali aree varia in funzione della specie, da 400 ha a diverse migliaia, anche in dipendenza del numero di osservatori disponibili per ottenere la maggior copertura visiva all'interno dell'area. Quando vengono realizzati conteggi diretti da punti fissi l'unità di campionamento coincide con l'area sottoposta a conteggio, definita a priori su base cartografica e rilievi di campo. Per quanto attiene il *blockcount*, il conteggio deve essere effettuato sull'intera area di distribuzione della popolazione.

### Frequenza della raccolta dati

La consistenza della popolazione deve essere acquisita almeno una volta per ciascuna annualità, per poter operare un confronto fra le fasi ante operam e post operam. Il periodo dell'anno in cui effettuare il monitoraggio tramite conteggi diretti varia in funzione della specie e del metodo e si colloca solitamente fra la fine dell'inverno-inizio della primavera e l'estate.

### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

Oltre ai dati di consistenza minima il conteggio diretto degli individui fornisce anche informazioni sulla struttura (rapporto fra classi di età e di sesso) e sulla produttività della popolazione (numero di giovani per femmina adulta alla fine dell'inverno o nuovi nati per femmina adulta durante le conte estive).

### *Carnivori*

#### Metodologia

Accanto alla classica ispezione di percorsi campione per il rilevamento di tracce – queste ultime in particolare su neve – si affiancano tecniche più specifiche che prevedono l'uso di strumenti per registrare il passaggio degli animali, mediante fotografie (*camera trapping*), attraverso dispositivi che fissano le impronte degli animali al loro passaggio (*trackingplates*) o mediante l'installazione di strutture che consentono la collezione di materiale tricológico (*hairtubes*). Tuttavia, la quantificazione degli individui dalle tracce o dalle feci è raramente possibile, salvo che non siano effettuate analisi genetiche sulle feci opportunamente conservate. L'uso di esche attrattive può facilitare il rilevamento delle specie. Tali tecniche consentono in generale di ottenere solo un riscontro della presenza di una specie; mediante analisi genetiche e/o morfologiche del materiale tricológico collezionato presso gli *hairtubes* è possibile ottenere l'esatta determinazione della specie. Per specie di elevato valore conservazionistico e caratterizzate da ampi spazi vitali (Orso, Lupo, Lontra) occorre fare riferimento a schemi e/o a programmi di monitoraggio già esistenti e ad eventuali cartografie tematiche che evidenzino il valore dell'area oggetto dell'opera in funzione delle specie. Nel caso della Lontra, esistono schemi di monitoraggio standardizzati basati sulla ricerca dei segni di presenza lungo i corsi fluviali (IUCN/SSC OtterSpecialist Group, 2000, Panzacchiet *al.* 2011) e la scala di riferimento deve essere quella di bacino.

### Unità di campionamento

L'unità di campionamento rappresenta il sito in cui viene collocato il dispositivo. A tal fine l'area in esame viene suddivisa in unità di griglia di lato 1 km, variabile a seconda della specie, ed i dispositivi sono collocati all'interno di quadrati, selezionati secondo criteri probabilistici fra tutti quelli disponibili. Per la Lontra, le stazioni da ispezionare sono selezionate casualmente lungo i corsi d'acqua in celle di lato 10 km (4 stazioni per ogni cella, lunghezza del tratto fluviale ispezionato 600 m) di una griglia georeferenziata sovrimposta all'area di studio.

### Frequenza della raccolta dati

Per i piccoli carnivori, è necessario realizzare monitoraggi annuali, prevedendo ripetizioni in caso di mancato rilevamento della specie. Per la Lontra, il monitoraggio deve essere preferenzialmente attuato nei periodi di magra dei corsi d'acqua periodo in cui è più alta la frequenza di marcatura e la permanenza sul terreno degli escrementi o delle impronte.

### *Chiroteri*

### Metodologia

Sono solitamente adottate due tecniche principali: rilevamento tramite *bat detector* lungo transetti che restituisce una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie) e i conteggi presso i *roosts* (posatoi, siti di rifugio) estivi, riproduttivi o di ibernazione, che invece forniscono una quantificazione delle popolazioni. (Battersby 2010, Agnelli *et al.*, 2004). Il *bat detector* rileva gli impulsi di ecolocalizzazione emessi dai Microchiroteri (sottordine dei Chiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane), che, opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie. Specifici schemi di monitoraggio in relazione ad opere quali gli impianti eolici sono disponibili in letteratura (impianti eolici, Rodrigues *et al.*, 2008).

### Unità di campionamento

Per un corretto programma di monitoraggio occorre selezionare alcune unità geografiche a partire da una griglia sovrimposta all'area con celle di lato variabile in funzione della scala dell'opera e dell'ambiente. In ciascuna unità devono essere selezionati uno o più siti (1-10 ha in funzione dell'ambiente) dove, in base ai dati derivanti da atlanti distributivi o inventari, sia riportata la maggior ricchezza di specie.

I siti sono ispezionati con il *bat detector* nelle prime quattro ore dopo il tramonto. Durante questo periodo, i diversi ambienti del sito sono ispezionati più volte al fine di aumentare le probabilità di rilevamento di specie con diversi tempi di emergenza dai *roost*. Transetti (percorsi a piedi o in auto) e/o punti di ascolto possono essere selezionati secondo un criterio probabilistico a partire dalla medesima griglia. I transetti possono coincidere con un lato di griglia o con la sua diagonale. Per le specie la cui attività alimentare sia legata ai corsi d'acqua i transetti, selezionati secondo un preciso criterio di campionamento, dovranno garantire l'ispezione di 1 km di riva del corpo d'acqua. Il conteggio presso i *roosts* presuppone un'attenta ricerca dei siti idonei nell'area di studio (edifici, cavità naturali e artificiali). La presenza di Chiroterteri in un *roost* potenziale può in alcuni casi essere dedotta dalla presenza di escrementi oppure rilevata all'alba mediante *bat detector*. Una volta individuato il *roost*, si può procedere al conteggio al suo interno oppure al conteggio dei soggetti al momento dell'involto. L'uso di fototrappole opportunamente collocate all'uscita/e del *roost* facilita un più preciso conteggio dei soggetti; in generale è preferibile ripetere i conteggi in giorni diversi. Il conteggio effettuato all'interno del *roost* richiede molta cautela e preparazione, in particolare durante la fase di ibernazione e qualora si tratti di *roost* riproduttivi.

#### Frequenza della raccolta dati

Il monitoraggio finalizzato a rilevare la ricchezza di specie viene generalmente condotto in una notte, durante la stagione riproduttiva, quando le femmine si allontanano meno dai *roosts*. Anche il conteggio presso i *roost* dovrebbe essere eseguito in modo da ottenere dati robusti per ciascuna annualità, effettuando repliche di conteggio in più giorni per compensare un'eventuale variazione temporale del numero di soggetti (Agnelli *et al.* 2004).

#### *Lagomorfi*

#### Metodologia

Anche in questo caso per quantificare le popolazioni i principali metodi si basano sull'osservazione e il conteggio di segni di presenza/individui (*pelletgroupcount*, *spot-light count*) di norma lungo transetti lineari o sulla cattura-marcatura-ricattura (CMR) di esemplari con differenti metodologie a seconda della ecologia della specie oggetto di indagine. Per la cattura delle lepri si usano reti nelle quali gli animali vengono convogliati tramite battute, per i conigli è più opportuno usare trappole con esca

alimentare fresca (es. granaglie, mele, foglie di cavoli e altri ortaggi appetiti, Trocchi e Riga, 2005).

Il monitoraggio di specie come il Coniglio selvatico può essere condotto anche tramite il conteggio delle tane occupate. È possibile identificare le tane occupate di recente dai conigli per la presenza all'imboccatura di impronte, di terreno smosso o di peli e feci fresche. La raccolta dati di tipo quantitativo lungo percorsi (es. censimenti con faro) consente il calcolo di indici di abbondanza lineari (es. indice chilometrico di abbondanza).

#### Unità di campionamento

Nel caso del *pellet-groupcount* e dello *spot-light* l'unità di campionamento è rappresentata da transetti lineari, per i quali vale quanto riportato nel paragrafo dedicato agli Ungulati. Lo schema di posizionamento delle trappole per il Coniglio dipende dalla distribuzione degli esemplari sul territorio. Con popolazioni concentrate le trappole sono collocate in cerchi concentrici attorno ai sistemi di tane alla distanza di circa 50 m l'una dall'altra; in presenza di popolazioni rarefatte si usa invece uno schema a griglie di 50-100 m di intervallo tra le trappole (Wood, 1980).

#### Frequenza della raccolta dati

La consistenza della popolazione deve essere acquisita almeno una volta per ciascuna annualità, per poter operare un confronto fra le fasi ante operam e post operam. Il periodo dell'anno in cui effettuare il monitoraggio tramite conteggi diretti varia in funzione della specie. Considerate le difficoltà insite nel censimento delle lepri, soprattutto nelle aree montane, è raccomandabile almeno un censimento annuale a fine inverno. Per il Coniglio selvatico la notevole prolificità della specie impone che gli accertamenti si svolgano nell'arco di un breve periodo. Il periodo delle catture deve essere circoscritto ad ulteriori 10 giorni in ogni sessione di censimento e deve portare alla cattura della maggior quantità possibile di conigli. Il censimento delle tane dovrebbe essere effettuato alla fine dell'estate quando è minimo il numero di giovani che ancora non escono dalle tane.

#### Eventuali indici/indicatori collegati con la raccolta dati

Se vengono effettuate catture per l'applicazione del CMR, è possibile procedere al calcolo di alcuni parametri della struttura di popolazione (rapporto giovani/adulti e rapporto sessi) e, nel caso siano stati effettuati prelievi di tessuti, applicare indici legati alla struttura di età, al ciclo riproduttivo, allo stato di salute degli individui.

## *Micromammiferi*

### Metodologia

La dimensione della popolazione può essere ottenuta efficacemente tramite cattura-marcatura-ricattura per quanto riguarda i Roditori e i Soricidi. Le stazioni di trappolamento devono essere collocate lungo un circuito definito nell'ambito di un più ampio schema di campionamento, riferito all'area oggetto di monitoraggio. Le trappole (*Sherman* o *Longworth*) vanno innescate con un esca alimentare e controllate due volte al giorno dopo un periodo di pre-adattamento.

L'analisi dei resti osteologici rinvenuti nelle borre di alcune specie di Strigiformi fornisce invece, solo indicazioni sulla presenza di alcune specie negli ambienti considerati. La presenza di specie legate ad ambienti acquatici può essere accertata tramite rilevamento nelle aree idonee di segni di presenza quali, tane, feci e resti alimentari (Mc Donald *et al.*, 1998).

### Unità di campionamento

L'unità di campionamento rappresenta il sito in cui viene collocato il dispositivo di cattura. A tal fine l'area in esame viene suddivisa in unità di griglia di lato 1 km, con dimensione delle celle variabile a seconda della specie, ed i dispositivi sono collocati all'interno di quadrati selezionati secondo criteri probabilistici fra tutti quelli disponibili. Lo schema di disposizione delle trappole dipende dalla specie considerata e dalla distribuzione degli esemplari sul territorio; le trappole possono essere posizionate in una griglia di 7x7 metri o anche lungo transetti distanziate di almeno 15 m, con almeno due trappole per ciascuna stazione (Mc Donald *et al.*, 1998).

Nei censimenti visuali finalizzati alla raccolte di dati quantitativi, l'unità di campionamento è generalmente un transetto. La preparazione dei percorsi campione standardizzati deve essere molto accurata, nell'intento di rendere rappresentative le superfici prescelte rispetto alle diverse realtà ambientali dell'area oggetto di censimento. Per le specie più legate agli ambienti fluviali le stazioni da ispezionare sono selezionate casualmente lungo i corsi d'acqua in celle di lato 1 km (lunghezza del tratto fluviale ispezionato minimo 600 m) di una griglia georeferenziata sovrimposta all'area di studio (Mc Donald *et al.*, 1998).

### Frequenza della raccolta dati

La consistenza della popolazione deve essere acquisita almeno una volta per ciascuna annualità, per poter operare un confronto fra le fasi ante operam e post



operam. A seconda della durata di ciascuna delle due fasi, il ciclo annuale di campionamento deve essere ripetuto in modo da coprire l'intera fase di cantiere e i primi due anni dopo l'entrata in esercizio dell'opera. In casi di lunghi periodi di esercizio, dopo il primo biennio il ciclo annuale di monitoraggio va effettuato con cadenza quinquennale.

#### Eventuali indici/indicatori collegati con la raccolta dati

La raccolta dati di tipo qualitativo consente la compilazione di liste di specie (checklist) ed il calcolo della ricchezza specifica totale della microteriofauna (S o numero totale di specie). Attraverso l'acquisizione di dati quantitativi sul popolamento è invece possibile procedere al calcolo di alcuni parametri di comunità (es. indice di diversità di Shannon-Wiener  $H'$ ).

#### *Roditori*

#### Metodologia

La presenza di specie con abitudini arboricole (Gliridi e Sciuridi) può essere accertata mediante *hairtubes* e successiva identificazione dei peli al microscopio o tramite analisi genetica. Per specie che utilizzano tane come l'Istrice la presenza può essere accertata dalle tracce o dal ritrovamento di aculei. Alcune specie di Gliridi possono essere catturate con successo tramite cassette nido provviste di esca alimentare (McDonald et al., 1998). Nel caso dell'Istrice è possibile procedere ad una stima di consistenza tramite la ricerca opportunistica ed il conteggio delle tane attive (Pigozzi e Patterson, 1990). Per ovviare alla sovrapposizione con altre specie come il Tasso o la Volpe, con le quali è possibile la condivisione del sistema di tane, la determinazione della specie che utilizza ogni tana può essere accertata con l'uso di fototrappole.

#### Unità di campionamento

Le stazioni di trappolamento devono essere collocate lungo un circuito definito nell'ambito di un più ampio schema di campionamento riferito all'area oggetto di monitoraggio. Gli *hair tube* vanno collocati in 10-20 stazioni distribuite lungo transetti, ad una distanza non superiore a 100 metri; in ciascuna stazione vanno posizionato uno o più tubi di diametro diverso, se si intende campionare più di una specie (Genovesi e Bertolino 2001).

#### Frequenza della raccolta dati

La consistenza della popolazione deve essere acquisita almeno una volta per ciascuna annualità, per poter operare un confronto fra le fasi ante operam e post operam. A seconda della durata di ciascuna delle due fasi, il ciclo annuale di campionamento deve essere ripetuto in modo da coprire l'intera fase di cantiere e i primi due anni dopo l'entrata in esercizio dell'opera. In casi di lunghi periodi di esercizio, dopo il primo biennio il ciclo annuale di monitoraggio va effettuato con cadenza quinquennale.

#### Eventuali indici/indicatori collegati con la raccolta dati

La raccolta dati di tipo qualitativo (es. individuazione segni di presenza) consente la compilazione di liste di specie (checklist) ed il calcolo della ricchezza specifica totale (S o numero totale di specie).

### **Ambiente marino e di transizione**

#### *Habitat di fondo duro*

Nell'ambito del monitoraggio degli habitat di fondo duro si fa generalmente riferimento ai fondi rocciosi del Piano Infralitorale e al Coralligeno (C) ed alle Rocce del Largo (RL) per il Piano Circalitorale.

A questo proposito va evidenziato che, nonostante i fondi duri o fondi rocciosi costieri costituiscano una parte quantitativamente molto ridotta dell'ambiente marino, rispetto allo sviluppo spaziale dei fondi mobili, per la loro capacità di ospitare popolamenti ad elevata valenza ecologica (in alcuni casi dei veri e propri hot spot di biodiversità marina), costituiscono delle realtà di particolare importanza. Ciò è in parte spiegato dal fatto che i fondi duri presentano una eterogeneità molto maggiore di quella dei fondi mobili, in grado di creare una notevole ricchezza di situazioni alle quali di frequente corrispondono specifici popolamenti. I fondi duri sono inoltre di frequente caratterizzati dall'ospitare organismi sessili a struttura modulare (alghe, poriferi, cnidari, briozoi, tunicati), che non trovano corrispondenza in altri ambienti e che a loro volta sono in grado di strutturare l'habitat sommerso. Anche per questi motivi i fondi duri rivestono un notevole valore economico sia perché in grado di ospitare specie ittiche di elevato interesse commerciale, sia perché in grado di polarizzare attività turistiche quali quelle nautiche e quelle subacquee.

Proprio l'importanza dei biologica ed ambientali dei fondi duri richiede la conduzione di studi specificatamente finalizzati alla descrizione e alla caratterizzazione dei popolamenti su di essi presenti, allo loro distribuzione spazio-temporale, nonché

sulle strategie vitali delle principali specie che li caratterizzano.

La difficoltà di tali studi in un ambiente complesso come quello roccioso, fa sì che le metodiche di indagine siano più numerose e meno standardizzate di quelle utilizzate per i fondi molli. Un'ulteriore difficoltà risiede nel fatto che per studiare efficacemente i fondi duri costieri è necessario adottare tecniche in immersione subacquea, che solo in anni recenti sono state affiancate da tecniche di rilevamento in remoto, mediante l'uso di R.O.V. (*Remote Operated Vehicles*).

### Metodologia

Gli habitat di fondo duro si estendono dalla superficie fino alle massime profondità (Piani Batiale e Abissale). Ovviamente i metodi di studio cambiano drasticamente in funzione della profondità. I rilevamenti condotti da subacquei con autorespiratore sono limitati generalmente ai primi 50 metri, oltre questa profondità insorgono delle problematiche legate alla sicurezza e all'autonomia sul fondo. Nelle ultimi 10 anni la tecnologia ha reso disponibili strumentazioni molto sofisticate a costi accessibili. Ad oggi la migliore soluzione di campionamento dei popolamenti bentonici di fondo duro è sicuramente il rilevamento da piattaforma remota. Il *multibeam* rappresenta la migliore tecnologia attualmente disponibile per effettuare studi batimetrici di alta precisione. Il *multibeam* oltre ad acquisire dati batimetrici, restituisce anche dati di *backscatter* del fondale marino, dalla cui interpretazione è possibile caratterizzare la tipologia di fondale (fango, sabbia, ghiaia, roccia e presenza di fanerogame). Basandosi sulle informazioni batimetriche raccolte mediante *Multibeam* e di *backscatter*, è possibile predisporre delle cartografie della distribuzione dei fondi duri presenti nell'area di studio sui quali è così possibile posizionare e condurre transetti mediante impiego di R.O.V. (*Remotedoperatedveichles*). Questo tipo di veicolo, generalmente filoguidato, è dotato di telecamera che trasmette in tempo reale le immagini video del fondale marino investigato.

Alcuni R.O.V. dotati di un sistema di posizionamento subacqueo USBL (*Ultra Short Base Line System*) interfacciato con il sistema di navigazione di bordo che permette di conoscere in tempo reale la posizione geografica e la profondità esatta in cui si trova il ROV. In questo modo è quindi possibile ricostruirne i tracciati in immersione, poiché ogni secondo fornisce dati relativi all'ora, profondità, latitudine e longitudine.

L'impiego di R.O.V. equipaggiati con apparecchiatura fotografica ad alta risoluzione e un sonar di navigazione consente di georeferenziare con estrema

precisione (errore massimo 5% della profondità) la posizione degli organismi fotografati e la distribuzione di popolamenti, permettendo quindi di replicare sugli stessi siti i rilevamenti nel tempo e quindi consentendo di acquisire dati utili a valutare eventuali modificazioni indotte a seguito di specifiche attività umane. L'acquisizione di dati-immagine è indiscutibilmente la miglior soluzione per valutare l'impatto di un'opera.

#### Unità di campionamento

Il posizionamento la lunghezza ed il numero dei transetti è strettamente legato alle caratteristiche e all'estensione dell'area da valutare.

#### Frequenza della raccolta dati

La frequenza di raccolta dei dati deve tenere conto delle differenti fasi operative di costruzione dell'opera (ante, in corso e post operam). Le indagini, per ciascuna fase, dovranno essere eseguite con una frequenza annuale, preferibilmente nello stesso periodo dell'anno. I popolamenti del circa litorale non risentono particolarmente delle variazioni stagionali quindi è preferibile ma non indispensabile eseguire i campionamenti nella stessa stagione. La durata complessiva del monitoraggio dipende dalla tipologia di opera, dalla durata del cantiere nonché dal presunto impatto.

#### *Pesci (ambiente marino)*

#### Metodologia

I principali metodi per lo studio della fauna ittica si basano sull'osservazione diretta *in situ* (censimenti visuali) o sul prelievo degli esemplari con differenti attrezzi da pesca. I censimenti visuali sono particolarmente indicati per studiare popolazioni di specie di interesse conservazionistico e protette da direttive nazionali e comunitarie. Per una caratterizzazione generale della comunità ittica presente sia nell'area presumibilmente soggetta agli impatti sia nei siti di controllo, è consigliabile effettuare censimenti visuali sia lungo percorsi casuali, metodica che consente di acquisire un quadro più esaustivo sulla composizione in specie, sia su aree di superficie definita (transetti o punti fissi), in modo da ottenere anche dati quantitativi sul popolamento. Oltre una certa profondità ed in aree (es. fondi mobili) caratterizzate da scarsa visibilità, è necessario l'uso di attrezzi da pesca (reti da posta, strascico) che possono fornire dati di tipo quantitativo o semi-quantitativo sulla fauna presente. Le due metodologie si prestano all'acquisizione di dati sul popolamento durante le fasi ante,

in corso e post operam, anche se la loro efficacia (e praticabilità) dipende da numerosi fattori, tra cui natura del substrato, profondità, specie investigate. D'altra parte, i metodi basati sul prelievo sono gli unici a consentire l'acquisizione di campioni biologici da sottoporre ad analisi per la stima di alcuni parametri di popolazione (es. distribuzione in classi di età, rapporto sessi, maturità sessuale) e la valutazione di eventuali alterazioni (es. fisiologiche) a livello di singoli organismi.

#### Unità di campionamento

Nei censimenti visuali finalizzati alla raccolta di dati quantitativi, l'unità di campionamento è generalmente un transetto (un rettangolo di 25 x 5 metri) o un'area circolare (punto fisso, con un raggio di 2,5 metri) quanto più possibile omogenei in termini di tipologia di substrato, pendenza del fondo, profondità. Anche nel caso di censimenti visuali lungo percorsi, è possibile definire approssimativamente un'unità di campionamento, standardizzando la velocità di spostamento del rilevatore ed il tempo di osservazione. Per quanto riguarda i metodi basati sul prelievo, solo l'uso di alcuni attrezzi da pesca (es. reti a strascico, draghe) consente di definire con buona approssimazione l'unità di campionamento, rappresentata dall'area spazzata dall'attrezzo.

#### Frequenza della raccolta dati

Durante la fase ante operam, sia i censimenti visuali che i campionamenti con attrezzi da pesca devono essere effettuati nell'arco di almeno 12 mesi e con frequenza almeno stagionale, in modo da permettere una sufficiente replicabilità temporale ed una copertura temporale che tenga conto dei differenti cicli vitali (es. stagione riproduttiva) delle specie. La frequenza stagionale deve essere mantenuta anche durante le successive fasi in corso e post operam. A seconda della durata di ciascuna delle due fasi, il ciclo annuale di campionamento deve essere ripetuto in modo da coprire l'intera fase di cantiere e i primi due anni dopo l'entrata in esercizio dell'opera. In casi di lunghi periodi di esercizio, dopo il primo biennio il ciclo annuale di monitoraggio va effettuato con cadenza quinquennale.

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

La raccolta dati di tipo qualitativo (es. censimenti visuali lungo percorsi) consente la compilazione di liste di specie (checklist) ed il calcolo della ricchezza specifica totale (S o numero totale di specie). Attraverso l'acquisizione di dati quantitativi sul popolamento è invece possibile procedere al calcolo di alcuni parametri di comunità

(es. indice di diversità di Shannon-Wiener  $H'$ , indice di equitabilità  $J$ ) ed ottenere stime di abbondanza (densità), biomassa, struttura di popolazione (distribuzione per classi di taglia) e, nel caso sia stato effettuato un campionamento biologico, applicare indici legati alla struttura di età, al ciclo riproduttivo, allo stato di salute degli individui.

### *Pesci (ambiente di transizione)*

#### Metodologia

I principali metodi per lo studio della fauna ittica di ambienti di transizione si basano su campionamenti che utilizzano differenti attrezzi da pesca, tra i principali tratta manuale, rete da posta e nassa tipo bertovello. I metodi diretti *in situ* (censimenti visuali) non trovano di norma impiego in questo tipo di attività negli ambienti di transizione in quanto la presenza di fondale basso ed elevata torbidità dovuta alla risospensione ne vanificano spesso l'efficacia.

La batimetria del sito di campionamento determina la scelta del tipo di attrezzo da utilizzare:

- con profondità entro 1,5 metri i campionamenti devono essere eseguiti mediante l'uso di rete a tratta manuale (sciabica). Ad integrazione di questo sistema di campionamento può essere previsto l'utilizzo di postazioni equipaggiate con bertovello e reti di sbarramento/invito che, presentando differenti caratteristiche di selettività, possono permettere di integrare i dati raccolti con la sciabica ed avere una miglior caratterizzazione della fauna ittica (meno attrezzo-specifica).
- con profondità superiori a 1,5 metri i campionamenti dovranno essere realizzati mediante rete da posta monofilamento.

La caratterizzazione dalla fauna ittica per lo studio di un'area interessata da un possibile nuovo impatto o modificazione di origine antropica deve prevedere stazioni sia in aree prossime all'opera (a differente influenza e quindi distanza da essa), sia in aree di controllo, che devono essere scelte in relazione a caratteristiche idrodinamiche, morfologiche ed ecologici simili.

I dati sul popolamento ittico dovranno prevedere una fase ante operam, in corso d'opera e post operam nelle quali effettuare campionamenti finalizzati alla determinazione della stima di abbondanza, biomassa e dei parametri di popolazione quali distribuzione in classi di età, rapporto sessi, maturità sessuale e la valutazione di eventuali alterazioni (es. fisiologiche) a livello di singoli organismi.

Contestualmente ai rilievi sulle praterie dovranno essere effettuate, ove non già

disponibili, le misure dei principali parametri chimico-fisici che influenzano la loro salute e il loro sviluppo (es., trasparenza, torbidità, nutrienti, granulometria, dati meteo-climatici, ecc).

#### Unità di campionamento

I metodi di prelievo che prevedono l'utilizzo di attrezzi da pesca consentono di definire con buona approssimazione l'unità di campionamento, rappresentata dall'area spazzata dall'attrezzo. In tali attività lo strumento impiegato deve avere per tutti i campionamenti le stesse caratteristiche e le stesse modalità di utilizzo. In particolari situazioni, possono comunque essere utilizzati strumenti di differente lunghezza, ma dalla medesima efficienza, per adattarsi alle differenti tipologie di ambiente lagunare.

Nelle attività che prevedono come strumento di campionamento la sciabica vengono generalmente osservate le seguenti caratteristiche: distanza internodo 2 mm, lunghezza 10 m, altezza 2 m. La rete è sostenuta da pali posti alle due estremità e presenta una lima di galleggianti (superiore) e una lima di piombi (inferiore) che la mantengono verticale durante il campionamento. L'apertura della rete viene mantenuta costante mediante una cima metrica (7,5 metri) percorrendo una distanza di 20 m, per ricoprire un'area di 150 m<sup>2</sup> per replica. Per tali campionamenti si prevedono un minimo di 2 repliche.

I campionamenti che vengono effettuati con bertovello (6 mm di distanza internodo) e reti di sbarramento/invito prevedono di norma un tempo di messa in opera dell'attrezzo prefissato in 12 ore, in maniera da coprire almeno una notte. Anche in questo caso si prevedono un minimo di 2 repliche.

La rete monofilamento deve essere costituita da tre pezze di maglia differenti (es. 20, 30 e 40 mm di distanza internodo) ciascuna delle quali con superficie identica (100 m<sup>2</sup>) e tempo di cala definito a priori (es. tra 1 e 6 ore a seconda delle finalità dell'attività e delle caratteristiche del sito), con un minimo di 2 repliche.

#### Frequenza della raccolta dati

La frequenza di campionamento non può essere definita a priori poiché dipende dalle caratteristiche dell'opera e dalle possibili/probabili interazioni che la stessa può arrecare alla comunità ittica. In linea generale si può comunque definire come, durante la fase ante operam, i campionamenti con attrezzi da pesca devono essere effettuati almeno 2 volte l'anno (primavera ed autunno) ma preferibilmente con cadenza stagionale, in modo da permettere una sufficiente replicabilità e copertura temporale che tenga conto dei differenti cicli vitali (es. stagione riproduttiva) delle

specie. Tale frequenza deve essere mantenuta anche durante le successive fasi in corso d'opera e post operam. Nella fase post operam la durata del monitoraggio deve essere tale da verificare/escludere eventuali impatti a medio/lungo termine fino al ripristino delle condizioni iniziali.

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

L'analisi dei campioni dovrà comprendere: identificazione tassonomica degli individui a livello di specie, conteggio di tutti gli individui pescati, per ciascuna specie misura della taglia (lunghezza totale, in mm) e del peso corporeo (umido, in gr) in tutti gli individui. In prelievi che contengono più di 100 individui tali misure devono essere effettuate su un sub-campione casuale di 100 individui. Per non compromettere la vitalità degli individui da rilasciare, soprattutto nel caso delle specie di interesse conservazionistico, le misure sugli esemplari catturati dovranno essere effettuate direttamente sul campo. Dopo tale operazione gli individui dovranno essere liberati nell'ambiente di cattura.

Parametri ed elementi opzionali da includere eventualmente nell'analisi dei campioni sono: il sesso, la maturità, i contenuti stomacali/intestinali, i parassiti, lo stato di salute. La valutazione dello stato di salute complessivo dei pesci riveste grande importanza, in quanto la compromissione dello stato di salute di un popolamento ittico può essere un attendibile e diretto indicatore di disturbi antropici nell'area oggetto d'esame.

Attraverso l'acquisizione di tali dati sul popolamento possono essere calcolati alcuni parametri di comunità (es. indice di diversità di Shannon-Wiener  $H'$ , indice di equitabilità  $J$ ), ottenere stime di abbondanza (densità), biomassa, struttura di popolazione (distribuzione per classi di taglia) e applicare indici legati alla struttura di età, al ciclo riproduttivo, allo stato di salute degli individui e indici di classificazione della qualità biologica.

#### Tipologia del dato finale

Dati puntuali e cartografici per il confronto con lo stato di ante operam; elaborazione di indici qualità ecologica, ricchezza e diversità.

Per le fonti di riferimento si rimanda all' Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna – Pesci (ambiente marino e di transizione).

#### *Rettili (ambiente di transizione)*

Poiché *Caretta caretta* è la tartaruga marina più comune nei mari italiani, ed è



l'unica specie che nidifica lungo le coste italiane, le indicazioni sul monitoraggio dei rettili si riferiscono esclusivamente a questa specie.

### Metodologia

Il monitoraggio di *Caretta caretta* a mare è necessario nel caso di opere che prevedano l'istallazione di artefatti in ambiente sommerso (particolarmente in zone di aggregazione e nei corridoi ecologici) che possono causare mortalità dovuta ad aspirazione o intrappolamento (per esempio turbine od eliche). In questi casi è necessario un monitoraggio video per valutare il tasso di mortalità e l'efficacia delle tecniche di mitigazione adottate.

Il monitoraggio della popolazione nidificante di *Caretta caretta* è invece necessario nei casi in cui si prevede la costruzione di opere costiere situate in prossimità di spiagge caratterizzate dalla regolare ovo deposizione. In questi casi gli effetti determinati dalla costruzione delle opere potrebbe influire sullo stato della popolazione nidificante sia in termini di una alterazione spaziale nella distribuzione dei nidi e dell'abbondanza delle femmine nidificanti (nel caso di disturbo fisico derivante dalla vicinanza antropica o dalla presenza di fonti luminose o di degrado fisico dell'habitat costiero), sia nel successo di schiusa dei nidi deposti (nel caso di alterazioni granulometriche della spiaggia). Pertanto il monitoraggio da svolgere ante operam, durante e dopo la messa in posa dell'opera deve essere incentrato a fornire dati utili per sviluppare tali indicatori.

Il monitoraggio deve essere condotto con un disegno metodologico che permetta il confronto dei risultati tra una stagione di nidificazione ed un'altra, con periodi di campionamento che coprano in maniera esaustiva la durata della stagione nidificante (copertura temporale di almeno 4 mesi coincidenti con il periodo di riproduzione), e su finestre temporali sufficientemente lunghe da permettere una raccolta dati che possa indicare i *trend* dei suddetti indicatori, tenendo conto che l'intervallo di riproduzione varia da 2 a 3 anni. Gli studi sulle popolazioni nidificanti di tartarughe marine generalmente prevedono attività di monitoraggio di almeno 20 anni di durata per potere rilevare un trend di popolazione +/- del 5%. I dati devono essere raccolti da personale esperto e qualificato e con protocolli adeguatamente preparati e validati sulla base della bibliografia internazionale.

I censimenti visuali sono svolti mediante monitoraggio pedestre degli arenili interessati e l'area di studio è generalmente suddivisa in settori costieri quanto più uniformi per estensione e caratteristiche fisiografiche. Le tracce di

emersione/nidificazione sono verificate per accertare la reale presenza del nido e per registrarne i dati generici nonché la sua posizione geo-referenziata. Il pattugliamento può essere svolto durante le ore notturne ma un adeguato programma di monitoraggio può essere pianificato e svolto anche durante le ore diurne soprattutto laddove l'area di studio in questione è molto ampia ed è difficile da coprire con il pattugliamento notturno. Il pattugliamento notturno, laddove possibile, deve essere svolto ogni notte durante il periodo di campionamento e permette di intercettare le femmine nidificanti durante le fasi della loro risalita della spiaggia. A deposizione avvenuta si può procedere alla marcatura delle stesse, secondo le metodologie consolidate e descritte nella letteratura scientifica. L'identificazione della femmina nidificante permette di raccogliere direttamente i dati utili alla stima di abbondanza della popolazione nidificante mediante tecniche di marcatura-ricattura. Laddove non sarà possibile svolgere un pattugliamento notturno (aree ampie), il pattugliamento dovrebbe essere svolto durante le prime ore diurne al fine di prevenire eventuali obliterazioni delle tracce da parte del calpestio dei bagnanti. Per assicurare un controllo esaustivo delle spiagge, l'intervallo tra un pattugliamento ad un altro può estendersi ad un massimo di 2-3 giorni, ma in località sottoposte ad intenso calpestio o alterazioni delle spiagge il controllo dovrebbe essere giornaliero. Nel caso di pattugliamento diurno, la stima delle femmine nidificanti può essere dedotta indirettamente mediante analisi genetica di un campione del nido raccolto durante le prime ore successive alla deposizione.

Il successo di schiusa del nido si misura controllando il numero di uova schiuse sul totale deposto secondo le modalità indicate dalla bibliografia scientifica di settore.

#### Unità di campionamento

Nei censimenti l'unità di campionamento è generalmente riportata all'unità chilometrica costiera (e.g. densità di nidi/km di spiaggia idonea, intervallo dei tassi di schiusa/km di spiaggia idonea), mentre la stima delle femmine nidificanti si riferisce all'intera area di studio tenendo conto la variabilità spaziale delle femmine.

#### Frequenza della raccolta dati

Ogni anno durante i 4 mesi del periodo riproduttivo (in genere da fine maggio a settembre)

#### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

Schema di distribuzione e densità della nidificazione nell'area di studio per

settore; stima della popolazione nidificante nell'intera area di studio; tasso di schiusa per settore.

Per le fonti di riferimento si rimanda all' Appendice 1 (Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna – Rettili (ambiente marino e di transizione).

### *Mammiferi (ambiente marino e di transizione)*

#### Metodologia

A seconda delle opere da realizzare sarà necessario monitorare eventuali variazioni nella distribuzione e/o nell'abbondanza delle specie su un'area consona all'ecologia delle specie regolari (l'area non potrà mai essere limitata a pochi km<sup>2</sup>). Sarà anche utile valutare eventuali variazioni temporanee di comportamento delle specie nell'uso dell'area interessata dalla nuova opera.

Le tecniche più adeguate alla valutazione dell'abbondanza sono il campionamento delle distanze (*DistanceSampling*) e il metodo cattura-ricattura (*mark-recapture*).

In caso di prospezioni geofisiche o di opere che prevedono una fase di prospezioni geofisiche, è necessario valutare attentamente la presenza e la stagionalità dello zifio (*Ziphiuscavirostris*), in modo da applicare tutte le misure di mitigazione opportune (Appendice 1, linee guida ACCOBAMS e JNCC).

In caso di opere che interessano corridoi ecologici per alcune specie - per esempio lo Stretto di Messina o il Canale di Otranto - sarà necessario coadiuvare il monitoraggio con studi di marcatura satellitare per valutare eventuali variazioni di uso dell'habitat. Per alcune specie facilmente riconoscibili in modo acustico, si può anche procedere con metodi di individuazione acustica passiva (boe acustiche fisse pop-up).

Nel caso di opere che prevedano l'istallazione di artefatti in ambiente sommerso (particolarmente in zone di aggregazione e nei corridoi ecologici) che possono causare mortalità dovuta ad aspirazione o intrappolamento (per esempio turbine od eliche) è necessario un monitoraggio video per valutare il tasso di mortalità e l'efficacia delle tecniche di mitigazione adottate.

In generale, per quanto riguarda la foca monaca, nel caso di accertata presenza, bisognerà valutare il grado di frequentazione costiera (grotte marine) degli esemplari nella zona interessata dall'opera e le eventuali alterazioni, sia in termini di abbondanza sia di uso dell'habitat costiero. Le tecniche di monitoraggio consistono nella valutazione della frequentazione mediante foto/video-trappole che permettono la foto-identificazione degli esemplari.

### Unità di campionamento

Per quanto riguarda il metodo del campionamento delle distanze e di cattura-ricattura, i campionamenti dovranno essere organizzati in modo sistematico, sia dal punto di vista temporale (identificando la frequenza più appropriata), sia da un punto di vista spaziale. L'area dovrà essere coperta tramite transetti o suddivisa in quadranti di pari estensione e con caratteristiche fisiografiche omologhe. Le campagne di marcatura satellitare avvengono *una tantum* e dovrebbero essere eseguite nel periodo ante operam.

### Frequenza della raccolta dati

La frequenza della raccolta dati varierà in relazione alle specie e alle tecniche di campionamento applicate per la valutazione di distribuzione e abbondanza. Generalmente, se si applica il metodo delle distanze, si avranno una o due campagne per periodo, mentre applicando il metodo cattura-ricattura si dovranno svolgere almeno 3-5 campionamenti mensili per tutti e tre i periodi.

Per studi di marcatura satellitare, si consiglia l'applicazione di almeno 20 tag. Poiché la frequentazione può presupporre un uso stagionale variabile delle grotte marine costiere il monitoraggio deve essere svolto durante tutti i mesi dell'anno.

### Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati

La raccolta dei dati fatta tramite il metodo di campionamento delle distanze o di cattura-ricattura permette di ottenere, oltre alle informazioni necessarie per stimare l'abbondanza delle specie, anche informazioni sulla loro presenza, distribuzione, sull'uso dell'habitat e su alcuni parametri demografici.

## **Riferimenti normativi e Convenzioni internazionali**

- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, (Direttiva Habitat). GU-CE n. 206 del 22 luglio 1992.
- DPR 357/1997. Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. S.O. alla G.U. n.248 del 23 ottobre 1997.
- DPR 120/2003. Decreto del Presidente della repubblica 12 marzo 2003, n.120. Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n. 124 del 30 maggio 2003.

- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici
- Legge n. 157 "Norme per la protezione della fauna omeoterma e per il prelievo venatorio" Direttiva 2000/60/CE.
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

### **Convenzioni internazionali**

- Convenzione sulla diversità biologica, Rio de Janeiro 1992
- Convenzione sulle Specie Migratrici appartenenti alla fauna selvatica, Bonn 1983
- Convenzione sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa, Berna 1979
- Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 1971
- Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, Barcellona 1995

## APPENDICE 1 – Normativa di settore e fonti di riferimento

### **Riferimenti normativi**

- *Convenzione sulla diversità biologica, Rio de Janeiro 1992*
- *Convenzione sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa, Berna 1979*
- *Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 1971*
- *Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, Barcellona 1995*
- *Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, (Direttiva Habitat). GU-CE n. 206 del 22 luglio 1992*
- *Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici*
- *DPR 357/1997. Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. S.O. alla G.U. n.248 del 23 ottobre 1997.*
- *DPR 120/2003. Decreto del Presidente della repubblica 12 marzo 2003, n.120. Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n. 124 del 30 maggio 2003.*

### **Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Vegetazione e Flora**

- *Alonzi A., Ercole S., Piccini C., 2006. La protezione delle specie della flora e della fauna selvatica: quadro di riferimento legislativo regionale. APAT Rapporti 75/2006.*
- *ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN\_CON 1/2000*
- *APAT/CTN-NeB, 2003, agg. 2005. Metodi di raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità. APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Centro Tematico Nazionale Natura e Biodiversità (CTN-NeB).*
- *ARPA Piemonte, 2001. Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte 2001. [http://www.arpa.piemonte.it/reporting/rapporto-stato-ambiente/rsa-2001/rapporto\\_stato\\_ambiente-2001](http://www.arpa.piemonte.it/reporting/rapporto-stato-ambiente/rsa-2001/rapporto_stato_ambiente-2001)*
- *Biondi E., Blasi C. (eds.), 2009. Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>*
- *Biondi E., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen C., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L., Blasi C., 2012. Diagnosis and syntaxonomic interpretation of Annex I Habitats (Dir. 92/43/EEC) in Italy at the alliance level. Plant Sociology, Vol. 49, No. 1, June 2012, pp. 5-37.*
- *Braun-Blanquet J., 1928. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Berlin.*
- *Braun-Blanquet J., 1964. Pflanzensoziologie, 3sted. - Springer, Wien.*
- *Brokaw N.V.L., Lent R.A., 1999. Vertical structure, in Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems, Hunter M.L. (ed.). Cambridge University Press, Cambridge,*

373-399.

- Consorzio Ferrara Ricerche, 2009. Gli Habitat del Delta del Po Naturalità e qualità.  
[http://sil.deltapo.it/web/wp-content/uploads/pdf/VNP\\_CFR\\_deltapo\\_091221.pdf](http://sil.deltapo.it/web/wp-content/uploads/pdf/VNP_CFR_deltapo_091221.pdf)
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C., 2005. An annotated checklist of the italian vascular flora. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Università degli Studi di Roma La Sapienza, Dipartimento di Biologia Vegetale.
- Curiel D., Marzocchi M., Solazzi A., Bellato A., 1996. Vegetazione algale epifita di fanerogame marine nella laguna di Venezia (Bacino di Malamocco). Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia, 46: 27-38.
- Gobert S., Sartoretto S., Rico-Raimondino V., Andral B., Chery A., Lejeune P., Boissery P. (2009) - Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. Mar. Pollut. Bull., 58: 1727-1733
- Guidotti Alessandro (a cura di), 2002. Il monitoraggio fitosanitario delle foreste. ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze.
- Haber E., 1997. Guide to monitoring exotic and invasive plants. Ecological Monitoring and Assessment Network, Environment Canada.  
<http://www.ec.gc.ca/Publications/E8213AFC-CAAF-4B41-877F-414A3C0A1916%5CTerrestrialMonitoringProtocolExoticAndInvasivePlants.pdf>.
- Herweg, K., Steiner, K., 2002. Impact Monitoring & Assessment. Instruments for use in rural development projects with a focus on sustainable land management. Volume 1: Procedure (48 p.) & Volume 2: Toolbox (44 p.). Bern. Free download.
- ICRAM, 2001. Programmi di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, Servizio difesa mare.
- Irving, A. D., J. E. Tanner and S. G. Gaylard, 2013. An integrative method for the evaluation, monitoring, and comparison of seagrass habitat structure', *Marine Pollution Bulletin*, 66 (1-2): 176-184.
- Kuuluvainen T., Leinonen K., Nygren M., Penttinen A., 1996. Statistical opportunities for comparing stand structural heterogeneity in managed and primeval forests: an example from boreal spruce forest in southern Finland", *Silva Fennica*, 30: 315-328.
- Kuuluvainen T., Rouvinen S., 2000. Understory regeneration on two sites of different fire history in a boreal *Pinus sylvestris* forest", *Journal of Vegetation Science*, 11: 801-812.
- Minciardi M.R., Rossi G.L., Azzollini R., Betta G., 2003. Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino. ENEA, Provincia di Torino, Torino: 64 pp.
- Montefalcone M., Albertelli G., Bianchi C.N., Mariani M., Morri C., 2005. A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.*: 15.
- Moreno D., Aguilera P., Castro H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325 - 332.
- Nimis P.L., 1999. Il biomonitoraggio della "qualità dell'aria" in Italia. In: Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA Serie Atti 2/1999, pp. 173-185.



- Odum E.P, 1971. *Fundamentals of ecology*. Filadelfia, W.B. Saunders Co.,
- Pettenella D., Urbinati C., Bortoluzzi B., Fedrigoli M., Piccini C., 2000. *Indicatori di gestione forestale sostenibile in Italia*. Roma: Stampa Sped s.r.l.
- Pignatti S., 1959. *Fitogeografia in Cappelletti C. Trattato di Botanica*. pp. 681-811 UTET Nuova ed. Geobotanica.
- Pignatti S., Bianco P.M., Fanelli G., Paglia S., Pietrosanti S., Tescarollo P., 2001. *Le Piante come Indicatori Ambientali Manuale Tecnico-Scientifico*. ANPA. RTI CTN\_CON 1/2001.
- Rossi G., Gentili R., Abeli T., Gargano D., Foggi B., Raimondo F. M., Blasi C. (Eds.) 2008. *Flora da conservare Iniziativa per l'implementazione in Italia delle categorie e dei criteri IUCN (2001) per la redazione di nuove Liste Rosse*. *Informatore Botanico Italiano* Vol. 40 Suppl. 1.
- Rossi G., Montagnani C., Gargano D., Peruzzi L., Abeli T., Ravera S., Cogoni A., Fenu G., Magrini S., Gennai M., Foggi B., Wagensommer R. P., Venturella G., Blasi C., Raimondo F. M., Orsenigo S. (Eds.), 2013. *Lista Rossa della Flora Italiana*. 1. *Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Scoppola A. & Spampinato G., 2005. *Atlante delle specie a rischio di estinzione*. CD-ROM allegato a: Scoppola A. & Blasi C., 2005: *Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Società Botanica Italiana, Università della Tuscia, Università di Roma La Sapienza. Palombi Editore.
- Scoppola A., Spampinato G., Giovi E., Cameriere P. e Magrini S., 2005. *Le entità a rischio di estinzione in Italia: un nuovo Atlante multimediale*. In: Scoppola A., Blasi C. (eds.), *Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia*. Palombi Editori. Roma + CD-Rom.
- Scossiroli R.E.. 1976. *Elementi di ecologia*. Bologna, Zanichelli.
- Siligardi M. (Eds) 2009. *Indice di Funzionalità Perilacuale (Ifp)*. Strumento di supporto alla definizione della qualità ecologica come indicato dalla Direttiva 2000/60/CE. Manuale ISPRA, APPA Trento, 2009. 74 pp.
- SNIFFER, 2006. *Development of a technique for lake habitat survey (LHS): phase 2*. © SNIFFER 2006. 99 pp. ([www.sniffer.org.uk](http://www.sniffer.org.uk)).
- SNIFFER, 2008. *Development of Lake-MImAS as a decision-support tool for managing (hydromorphological alterations to lakes*, 70 pp.. [www.sniffer.org.uk](http://www.sniffer.org.uk)).
- Società Botanica Italiana Onlus (ed: Rossi G., Abel T.), 2010. *Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana*. *Informatore Botanico Italiano*, 42(2) 539-613.
- Thom R.M., Diefenderfer H.L., Vavrinec J., Borde A.B. 2012. *Restoring Resiliency: Case Studies from Pacific Northwest Estuarine Eelgrass (Zostera marina L.) Ecosystems*. *Estuaries and Coasts*, 35(1): 79-91.
- Vassallo P., Paoli C., Rovere A., Montefalcone M., Morri C., Nike Bianchi C. (2013) – *The value of the seagrass Posidonia oceanica: A natural capital assessment*. *Marine Pollution Bulletin*, 75: 157 – 167.

### **Linee Guida – Vegetazione e Flora**

- ANPA, 2000. *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera*, RTI CTN\_CON 1/2000.
- APAT/CTN-NeB: 2003, agg. 2005. *Metodi di raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità*. APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Centro Tematico Nazionale Natura e Biodiversità (CTN-NeB).



- Arpa Liguria, 2007. *Manuale di gestione degli impatti sulle praterie di Posidonia oceanica*.
- Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M. 2003. *I sistemi a fanerogame marine*. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). *Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. Biol. Mar. Med, 19 (Suppl.): 145-198.
- Guidotti A. (a cura di), 2002. *Il monitoraggio fitosanitario delle foreste*. ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze.
- ISPRA, 2013. *Manuali e linee guida. Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica*. In stampa.
- Regione Lombardia Direzione generale territorio ed urbanistica. *Linee guida per gli studi di impatto ambientale e i piani di monitoraggio dei progetti di derivazione di acque superficiali*. Identificativo Atto n. 233. 4556 28/04/2010. [www.cartografia.regione.lombardia.it/silvia/](http://www.cartografia.regione.lombardia.it/silvia/).
- Regione Piemonte, ARPA Piemonte, 2003. *Sviluppo di indagini finalizzate alla miglior conoscenza dello stato di qualità dei corpi idrici regionali e approfondimenti in aree particolarmente significative*. Rapporto Tecnico, Task C201. Caratterizzazione ecosistemica. [http://www.regione.piemonte.it/acqua/pianoditutela/allegati\\_tec/dwd/arpa/ecosistemi\\_1.pdf](http://www.regione.piemonte.it/acqua/pianoditutela/allegati_tec/dwd/arpa/ecosistemi_1.pdf)
- UNEP, RAC/SPA (2011) – *Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean*. UNEP (DEPI)/MED WG 359/9.

### **Fanerogame acquatiche**

- Arpa Liguria, 2007. *Manuale di gestione degli impatti sulle praterie di Posidonia oceanica*
- Borum J., Duarte CM., Krause-Jensen D., Greve. TM. (2004) - *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. The M&MS project, Copenhagen. pp.88.
- Buia M. C., Gambi M.C., Dappiano M. 2003. *I sistemi a fanerogame marine*. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). *Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. Biol. Mar. Med, 19 (Suppl.): 145-198.
- Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L. (2006) - *Préservation et Conservation des herbiers à Posidonia oceanica*. RAMOGE pub.: 1-202.
- ISPRA, 2012. *Scheda metodologica per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia PREI*.
- ISPRA, 2013. *Manuali e linee guida. Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica*. In stampa.
- Short F.T., Coles R.G. (2001) - *Global seagrass research methods*. Elsevier Science and Technology, Amsterdam, pp.482.
- UNEP, RAC/SPA (2011) – *Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean*. UNEP (DEPI)/MED WG 359/9.

## **Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse - Fauna**

### **Pesci e Ciclostomi (acque dolci)**

- Bianco P.G., 1990. Proposta di impiego di indici e di coefficienti per la valutazione dello stato di degrado dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci. *Idrobiol.*, 29, 1.
- Elzinga CL, Salzer DW, Willoughby JW, Gibbs JP, 2001. *Measuring and monitoring plant and animal populations*. Blackwell Science. Malden MA.
- Ferrara F.F., Quattrocchi L., Gibertini G., 1996. Analisi dei caratteri morfologici, morfometrici e meristici in una popolazione di *Lampetraplaneri* Bloch nel bacino del Fiume Aniene. *Atti V Conv. Naz. A.I.I.A.D.*, Montecchio Maggiore, pp. 387-396.
- [http://www.artaabruzzo.it/ctn\\_neb/download/pub/metodi\\_raccolta](http://www.artaabruzzo.it/ctn_neb/download/pub/metodi_raccolta)
- [http://www.infeagallura.it/Progetto/Pubblicazioni/.../libro\\_carta\\_ittica.pdf](http://www.infeagallura.it/Progetto/Pubblicazioni/.../libro_carta_ittica.pdf)
- Loro R., Zanetti M., 1992 - Approcci metodologici allo studio della produzione ittica delle acque interne. *Atti del Convegno/corso Workshop di biologia ambientale ed ecotossicologia*. Pordenone 26 novembre 1990. Pp.: 121-132.
- Maio G., Lorenzoni M., Perosino G., Tancioni L. e Laporta g., 2010. Standardizzazione della raccolta dati territoriali ed ambientali nei siti dei campionamenti ittici ed organizzazione di una banca dati nazionale. *Book of abstracts -XIII Congresso Nazionale A.I.I.A.D. Gestione dell'ittiofauna per la tutela della biodiversità*. San Sepolcro (Arezzo) 12-13 novembre 2010.
- Nocita A., 2002. *Carta ittica della Provincia di Firenze*. Provincia di Firenze Assessorato Agricoltura Caccia e Pesca, Museo di Storia naturale Università degli studi di Firenze Sezione di Zoologia "La Specola". 260 pp.
- Sarrocco S., G. Maio, D. Celauro e L. Tancioni, 2012. *Carta della Biodiversità ittica delle acque correnti del Lazio*. Edizioni ARP, Roma, 194 pp.
- Sutherland W. *Ecological census techniques. A handbook*. Cambridge University Press.
- Tancioni L., Baldari F., Cavazza L., Maccaroni M., Mattoccia M., 1997. Indagine naturalistico- ambientale nel lago di Bracciano finalizzata alla identificazione degli impatti su alcune componenti dell'ecosistema lacustre costiero derivati dalle oscillazioni del livello del pelo libero per emungimenti a fini idropotabili. *Autorità dei Bacini regionali*.
- Tancioni L. Campagna F., Canali E., Caprioli R., Ciadamidaro S., Ciuffa D., Scalici M., 2009. *Carta della biodiversità della provincia di Roma*. Rel. Tec., Università degli studi di Roma "Tor Vergata", Dipartimento di Biologia, Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura e Agenzia Regionale per i Parchi, 313 pp.
- Tancioni L. Cataudella S. (a cura), 2009. *Carta ittica della provincia di Roma*. Contributo alla conoscenza Ecologica delle acque correnti superficiali della Provincia. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche dell'Agricoltura e Università degli studi di Roma "Tor Vergata", Dipartimento di Biologia, Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura e Agenzia Regionale per i Parchi, 367 pp.
- Tancioni L., Celauro D., Colombari PT., Gibertini G., Maio G., Sarrocco S., Scalici M., Cataudella S., 2012. *La carta della biodiversità ittica delle acque correnti del Lazio: censimenti faunistici, criticità e indirizzi gestionali*. Convegno Biodiversitour 2012 – Regione Lazio, Roma. ARP e Regione Lazio.
- Turin P., Zanetti M., Loro R., Bilò M.F., 1995 - *Carta ittica della Provincia di Padova*. Provincia di Padova Assessorato alla Pesca.
- Zerunian S., 2003. *Piano d'azione generale per la conservazione dei Pesci*

*d'acqua dolce italiani. Quad. Cons. Natura, 17, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica*

- Zerunian S., Leone M. (eds.), 1996. *Monitoraggio delle acque interne e Carta ittica della Provincia di Latina: i bacini campione del fiume Amaseno e del lago di Fondi. Amm. Provinciale Latina, 264 pp.*

### **Anfibi**

- Elzinga CL, Salzer DW, Willoughby JW, Gibbs JP, 2001. *Measuring and monitoring plant and animal populations. Blackwell Science. Malden MA.*
- [http://www.artaabruzzo.it/ctn\\_neb/download/pub/metodi\\_raccolta](http://www.artaabruzzo.it/ctn_neb/download/pub/metodi_raccolta)
- <http://www.osservatoriofaunisticomarche.uniurb.it>
- Scozzianti C., 2001. *Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione. WWF Italia, Guido Persichino Grafica, Firenze: 430 pag.*

### **Rettili**

- APAT, 2003. *Metodi di raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità.*
- Elzinga CL, Salzer DW, Willoughby JW, Gibbs JP, 2001. *Measuring and monitoring plant and animal populations. Blackwell Science.*
- [http://www.ambienteinliguria.it/eco3/DTS\\_PUBBLICAZIONI/20070625/05\\_Rettili.pdf](http://www.ambienteinliguria.it/eco3/DTS_PUBBLICAZIONI/20070625/05_Rettili.pdf)
- Salvidio S., 2006. *Ambiente in Liguria – Rettili.*

### **Uccelli**

- Andreotti A. (a cura di) (2001). *Piano d'azione nazionale per il Pollo sultano (Porphyrioporphyrus).* Quad. Cons. Natura, 8, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Andreotti A. (a cura di) (2007). *Piano d'azione nazionale per l'Anatra marmorizzata (Marmaronetta angustirostris).* Quad. Cons. Natura, 23, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Andreotti A., Leonardi G. (a cura di) (2007). *Piano d'azione nazionale per il Lanario (Falco biarmicus feldeggii).* Quad. Cons. Natura, 24, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Andreotti A., Leonardi G. (a cura di) (2009). *Piano d'azione nazionale per il Lanario (Falco biarmicus feldeggii).* Quad. Cons. Natura, 30, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Andreotti A., Leonardi G. (a cura di) (2009). *Piano d'azione nazionale per il Capovaccaio (Neophron percnopterus).* Quad. Cons. Natura, 30, Min. Ambiente - ISPRA.
- Andreotti A., Pirrello S., Tomasini S., Merli F. (2010). *I Tordi in Italia. Biologia e conservazione delle specie del genere Turdus (Rapporto Ispra 123/2010).*
- Gagliardi A., G. Tosi (a cura di), 2012. *Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento.*
- Melega L. (a cura di) (2007). *Piano d'azione nazionale per la Moretta tabaccata (Aythya nyroca).* Quad. Cons. Natura, 25, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Nardelli R. (2012). *Studio di fattibilità sull'uso dei radar meteo per il monitoraggio dell'avifauna su incarico del MATTM. Azione 8 - "Attività di supporto per la realizzazione degli adempimenti derivanti da accordi e*

- convenzioni internazionali in materia di avifauna, con particolare riferimento all'avifauna acquatica migratoria dell'Africa-Eurasia (accordo AEWA)".
- Serra G., L. Melega e N. Baccetti (a cura di) (2001). Piano d'azione nazionale per il Gabbiano corso (*Larus audouinii*). Quad. Cons. Natura, 6, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
  - Spina F. e Leonardi G. (a cura di) (2007). Piano d'azione nazionale per il Falco della regina (*Falco eleonorae*). Quad. Cons. Natura 26, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
  - Zenatello M. e N. Baccetti (a cura di) (2001). Piano d'azione nazionale per il Chiurlottello (*Numenius tenuirostris*). Quad. Cons. Natura, 7, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
  - Specie minacciate a livello globale: IUCN (<http://www.iucn.it/ /classe-aves.php>)
  - Specie minacciate a livello europeo (SPEC): BirdLife International [http://www.birdlife.org/action/science/species/birds\\_in\\_europe/birds\\_in\\_the\\_eu.pdf](http://www.birdlife.org/action/science/species/birds_in_europe/birds_in_the_eu.pdf));
  - Specie acquatiche migratrici: AEWA (<http://www.unep-aewa.org>)
  - Specie marine minacciate: MedSPA ([http://www.minambiente.it/export/sites/default/archivio/allegati/biodiversita/p\\_rotocollo\\_ASP.pdf](http://www.minambiente.it/export/sites/default/archivio/allegati/biodiversita/p_rotocollo_ASP.pdf))
  - Specie minacciate a livello nazionale: Lista Rossa Italiana (<http://ciso-coi.it/wp-content/uploads/2012/10/redlist-2011.pdf>)
  - Uccelli rapaci: "Raptors" MoU-CMS (<http://www.cms.int/species/raptors/>)
  - Banca dati italiana degli uccelli alloctoni (<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/biodiversita/lispra-e-la-biodiversita/attivita-e-progetti/>)
  - Specie di interesse regionale: siti regionali che hanno definito tali liste

### **Mammiferi terrestri**

- AAVV., 2010. Piano d'azione interregionale per la conservazione dell'Orso Bruno sulle Alpi Centro- Orientali - (PACOBACE). Quad. Cons. Natura, 33, Min. Ambiente - ISPRA
- AAVV., 2011. Piano d'azione Nazionale per la tutela dell'Orso bruno marsicano - PATOM. Quad. Cons. Natura, 37, Min. Ambiente - ISPRA
- Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D., Genovesi P. (Eds.). Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterti: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Quad. Cons. Natura 19, Min. Ambiente- Ist. Naz. Fauna Selvatica
- Battersby, J. (comp.) (2010): Guidelines for Surveillance and Monitoring of European Bats. EUROBATS Publication Series No. 5. UNEP / EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 95 pp.
- Dupré E., A. Monaco e L. Pedrotti (a cura di), 2001. Piano d'azione nazionale per il Camoscio appenninico (*Rupicapra pyrenaica ornata*). Quad. Cons. Natura, 10, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Elzinga C.L., Salzer D.W., Willoughby J.W., Gibbs J.P. 2001. Monitoring Plant and Animal Populations. Blackwell Science, Inc., Malden, MA.
- Focardi S., P. Montanaro, V. La Morgia e F. Riga, (a cura di), 2009. Piano d'azione nazionale per la conservazione del Capriolo Italico (*Capreolus capreolus italicus*). Quad. Cons. Natura, 31, Min. Ambiente - ISPRA
- Franzetti B., Focardi S., 2006. La stima di popolazione degli Ungulati mediante distancesampling e termocamera a infrarossi. INFS, Documenti Tecnici, 26.
- Gagliardi A., Tosi G. (a cura di) 2012. Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in

- Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento.
- Genovesi P., Bertolino S. 2001. Linee guida per il controllo dello scoiattolo grigio *Sciurus carolinensis* in Italia. Quad. Cons. Natura, 4 Min. Amb – INFS.
  - Genovesi P. (a cura di), 2002. Piano d'azione nazionale per la conservazione del Lupo (*Canis lupus*). Quad. Cons. Natura, 13, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica
  - IUCN/SSC Otter Specialist Group (2000). Surveying and monitoring distribution and population trends of the Eurasian otter (*Lutra lutra*): guidelines and evaluation of the standard method for surveys as recommended by the European section of the IUCN/SSC Otter Specialist Group.
  - Mayle B., Pease A.J., Gill R.M.A. 1999. How many deer? Forestry Commission, Edinburgh UK, n.18.
  - McDonald DW, Mace G, Rushton S. 1998. Proposal for future monitoring of British mammals
  - Wood D. H. 1980 The demography of a rabbit population in an arid region of new south Wales Australia. J. Anim. Ecol., 49:55-79.
  - O'Connell A.F., Nichols J.D., Karanth K.U. (eds) 2011. Camera Traps in Animal Ecology Methods and Analyses. Springer
  - Panzacchi M., P. Genovesi, A. Loy, 2011. Piano d'azione nazionale per la conservazione della Lontra (*Lutra lutra*). Quad. Cons. Natura, 35, Min. Ambiente - ISPRA
  - Pigozzi, G. e Patterson J., 1990. Movements and diet of crested porcupines in the Maremma
  - natural park, central Italy. Acta Theriologica, 35: 173-180.
  - Raganella Pelliccioni E., Riga F., Toso S. 2013. Linee guida per la gestione degli ungulati – Cervidi e Bovidi. (Manuali e Linee guida ISPRA 91/2013)
  - Regione Piemonte (2012). Linee guida per il monitoraggio e la ricognizione faunistica della tipica fauna alpina in Regione Piemonte
  - Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.
  - Thompson W.L., White G.C., Gowan C. 1998. Monitoring vertebrate population. Academic Press, 365 pagine.
  - Trocchi. V. e F. Riga 2001. Piano d'azione nazionale per la Lepre italiana (*Lepus corsicanus*). Quad. Cons. Natura, 9, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica
  - Trocchi. V., Riga F. 2005. I Lagomorfi in Italia. Linee guida per la conservazione e gestione. Documenti Tecnici n. 25, INFS
  - Williams B.K., J.D. Nichols, M.J. Conroy 2002. Analysis and management of animal populations: modeling, estimation, and decision making. Academic Press, 817 pagine
  - Wood D. H. 1980 The demography of a rabbit population in an arid region of new south wales Australia. J. Anim. Ecol., 49:55-79

### **Ambiente marino e di transizione - Habitat di fondo duro**

- Bianchi C.N. et al. (2003) Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo: i fondi duri. Biol. Mar. Mediterr., 10(suppl.): 199-232.
- Canese S. et al. (2009) Integration of different technologies into a Geographic Information System (GIS) to study coralligenous biocenosis in Calabrian coastal



waters (South Italy). Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium on the Conservation of the Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions. Tunis: Regional Activity Center for Specially Protected Areas: 63-67.

- Ninio R. et al. (2003) – Estimating cover of benthic organisms from underwater video images: variability associated with multiple observers. Mar. Ecol. Prog. Ser.: 265: 107-116.

### ***Pesci (ambiente marino e di transizione)***

- Fisher W., Bauchot M.L. and Schneider (Eds), 1987. Fiches FAO d'Identification des especes pour les besoins de la peche. Mediterranee and Mer Noie. Vol. II Vertebres. FAO, Rome.
- Franco A., Pérez-Ruzafa A., Drouineau H., Franzoi P., Koutrakis E.T., Lepage M., VerdiellCubedo D., Bouchoucha M., López-Capel A., Riccato F., Sapounidis A., C. Marcos, Oliva-Paterna F.J., Torralva-Forero M., Torricelli P., 2011. Assessment of fish assemblages in coastal lagoon habitats: Effect of sampling method Estuarine, Coastal and Shelf Science.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, XVI+617 pp.
- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J. & Lasserre G. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: Méthodes et problèmes. Revue du Ecologie (Terre Vie) 40: 467-539.
- Harmelin-Vivien M.L. and Francour P., 2008. Trawling or visual censuses? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. Marine Ecology, 13: 41-51.
- Harvey E., Fletcher D., Shortis M. & Kendrick G. 2004. A comparison of underwater visual distance estimates made by scuba divers and a stereo-video system: implications for underwater visual census of reef fish abundance. Marine and Freshwater Research 55: 573-580.
- ISPRA, 2008. Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione. El-Pr-TW-Protocolli Monitoraggio-03.05.
- La Mesa G. and Vacchi M.. 2003. La fauna ittica bentonica. In: Manuale di metodologie di campionamento e studio del bentos marino mediterraneo (Gambi M.C. e M. Dappiano, eds.). Biol. Mar. Medit. 10 (suppl.): 395-432.
- Tortonese E., 1970. Fauna d'Italia. Vol. X. Osteichthyes 1, Ediz. Calderini, Bologna.
- Tortonese E., 1975. Fauna d'Italia. Vol. XI. Osteichthyes 2, Ediz. Calderini, Bologna
- Watson DL, 2004. A review of techniques used for assessing changes in fish assemblages. Milestone Report for CRC for Coastal Zone Estuary and Waterway Management. 32 pp.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J. & Tortonese E. (eds.). 1984-86. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, I(1984), II(1986), III (1986).

### ***Rettili (ambiente marino e di transizione)***

- Alvarado, J., Murphy T. 1999. Nesting periodicity and inter-nesting behaviour. In: Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles

- (eds. Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois & M. Donnelly). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No 4. pp. 115–118.
- Broderick A.C., Glen F., Godley B.J., Hays G.C. 2003. Variation in reproductive output of marine turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 288:95-109.
  - De Metropoulous A., Hadjichristophorou M. 1995. Manual on marine turtle conservation in the Mediterranean. UNEP (MAP) SPA / IUCN/CWS/ Fisheries Department, MANRE (Cyprus ) pp. 55.
  - Hays G.C., Fossette S., Katselidis K.A., Schofield G., Gravenor M.B. 2010. Breeding periodicity for male sea turtles, operational sex ratios, and implications in the face of climate change. *Conservation Biology*, 24:1636-1643.
  - Ilgaz Ç, Türkozan O, Özdemir A, Kaska Y, Stachowitsch M. 2007. Population Decline of Loggerhead Turtles: Two Potential Scenarios for Fethiye Beach, Turkey. *Biodiversity and Conservation*, 16:1027-1037.
  - ISPRA 2013. Linee Guida per il recupero , soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione a scopi scientifici. ISPRA, Manuali e Linee Guida 89/2013. pp.59.
  - Schroeder B, Murphy S. 1999. Population surveys (ground and aerial) on nesting beaches. In: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (eds.), *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication n.4, pp.45-55 (al sito: <http://mtsg.files.wordpress.com/2010/07/08-population-surveys-on-nesting-beaches.pdf> ).
  - Shamblin, Brian M., Dodd, Mark G., Williams, Kristina L., Frick, Michael G., Bell, Rebecca and Nairn, Campbell J. 2011. Loggerhead turtle eggshells as a source of maternal nuclear genomic DNA for population genetic studies. *Molecular Ecology Resources*, 11: 110-115. doi:10.1111/j.1755-0998.2010.02910.x
  - SWOT Scientific Advisory Board. 2011. The State of the World's Sea Turtles (SWOT) Minimum Data Standards for Nesting Beach Monitoring, version 1.0. Handbook, 28 pp.

### **Mammiferi (ambiente marino e di transizione)**

- ACCOBAMS. 2010. Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on Cetaceans in the ACCOBAMS area. 9 pagine. (scaricabile presso [http://www.accobams.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1091&Itemid=14](http://www.accobams.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1091&Itemid=14)).
- ACCOBAMS Resolution 5.13 - Conservation of Cuvier's beaked whales in the Mediterranean ACCOBAMS-MOP5/2013/Res 5.13. Fifth Meeting of the Parties to ACCOBAMS. Tangier, 5-8 November 2013 (Morocco).
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L. 2012. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Springer London, Limited, 446 pagine.
- Gucu, A.C. 2010 Preliminary study on the effects of photo traps used to monitor Mediterranean monk seals *Monachus monachus*. *Endangered Species Research* 10(1-3): 281-285
- JNCC 2010. JNCC guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys. 16 pagine (scaricabile presso [http://jncc.defra.gov.uk/pdf/JNCC\\_Guidelines\\_Seismic%20Guidelines\\_Aug%202010.pdf](http://jncc.defra.gov.uk/pdf/JNCC_Guidelines_Seismic%20Guidelines_Aug%202010.pdf)).
- Maglio, A. 2013. *Methodological Guide: guidance on underwater noise mitigation measures*. ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc24, 20 pagine (scaricabile

presso:

[http://www.accobams.org/images/stories/MOP/MOP5/Documents/Working/mop5.doc24\\_guidance%20on%20underwater%20noise%20mitigation%20measures.pdf](http://www.accobams.org/images/stories/MOP/MOP5/Documents/Working/mop5.doc24_guidance%20on%20underwater%20noise%20mitigation%20measures.pdf))

- Thompson, W.L., White, G.C., Gowan, C. 1998. Monitoring Vertebrate Populations. Academic Press, 365 pagine.



## APPENDICE 2 - Monitoraggio delle Fanerogame acquatiche

### **Monitoraggio delle Fanerogame acquatiche in ambiente di transizione**

Le associazioni/facies a fanerogame marine (*Ruppia cirrhosa*, *Nanozosteranoltii*, *Zostera marina* e *Cymodocea nodosa*) sono caratteristiche dell'habitat prioritario 1150\* "Lagune costiere" e svolgono un ruolo fondamentale per il mantenimento della biodiversità lagunare.

Metodologia di rilevamento: verifica, sull'area potenzialmente sottoposta ad impatto, dello stato di salute delle praterie e delle comunità epifitiche, controllo delle dinamiche colonizzative in atto (espansione, stabilità, regressione). L'area di studio deve essere selezionata preferibilmente sulla base della corrente dominante e principale e delle caratteristiche morfologiche: dovranno essere considerate le praterie ricadenti all'interno dell'area di impatto poste a distanza progressiva dall'opera.

La strategia di monitoraggio comprende sia rilievi su stazioni fisse che monitoraggi dell'insieme delle praterie potenzialmente sensibili all'impatto dell'opera. Nei casi in cui le condizioni della prateria di fanerogame siano tali da sconsigliare il prelievo "distruttivo" di campioni, le attività di monitoraggio potranno essere limitate alle tecniche di *visualcensus*, con conseguente riduzione dei parametri da determinare.

Contestualmente ai rilievi sulle praterie dovranno essere effettuate, ove non già disponibili, le misure dei principali parametri chimico-fisici che influenzano la loro salute e il loro sviluppo (es., trasparenza, torbidità, nutrienti, granulometria, dati meteo-climatici, ecc).

Unità di campionamento: la mappatura delle fanerogame tramite *visualcensus* va effettuata nell'intera area potenzialmente influenzata dall'opera. Il campionamento deve essere condotto in stazioni di campionamento scelte in modo tale da cogliere la variabilità spaziale dell'habitat monitorato. Nel *visualcensus* l'unità di campionamento è generalmente costituita da un'area estesa a 360° per un raggio di almeno 10 metri dal punto centrale, quanto più possibile omogenea in termini di tipologia di substrato, pendenza del fondo, profondità. Per ciascuna stazione devono essere considerate diverse repliche dello stesso campione in un numero ritenuto idoneo ai fini statistici.

Frequenza della raccolta dati: in fase preliminare sono necessarie una valutazione dell'eterogeneità interna e degli habitat presenti, una mappatura delle praterie potenzialmente esposte agli effetti dell'opera e l'identificazione delle stazioni

all'interno delle praterie sulle quali effettuare i rilievi.

In fase ante operam e in corso d'opera la mappatura delle praterie dovrà essere effettuata una volta all'anno, nel periodo di loro massima espansione (giugno-settembre); i parametri necessari per l'applicazione degli indici di qualità ecologica (copertura specifica per fanerogame; composizione, abbondanza e copertura per le macroalghe) dovranno essere monitorati due volte all'anno (primavera e autunno); per i rimanenti parametri almeno due volte all'anno (primavera e autunno) ma preferibilmente con cadenza stagionale, in modo da poter disporre di una copertura temporale che tenga conto del ciclo fenologico delle specie indagate. Le medesime frequenze dovrebbero essere mantenute anche durante la successiva fase post operam, fino al ripristino delle condizioni iniziali. La durata del monitoraggio deve comunque essere tale da verificare/escludere eventuali impatti a medio/lungo termine.

Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati: sono investigati quegli indicatori strutturali e funzionali sufficientemente sensibili, in grado di cogliere le possibili variazioni ambientali delle aree investigate, sia nell'ambito del decorso annuale, attraverso la progressione stagionale, sia nel confronto tra gli anni: descrittori fisiografici (tipologia, limiti), strutturali (densità, copertura) e funzionali (fenologia, verifica dei processi germinativi o di necrosi) della prateria; analisi della componente epifitica (numero specie, ricoprimento, biomassa).

Relativamente alla componente epifitica, la compilazione di checklist relative all'abbondanza delle specie presenti consente il calcolo di indici di ricchezza e di diversità (es. indice di diversità di Shannon-Wiener  $H'$ , indice di equitabilità  $J$ ) nonché un'analisi delle categorie morfo-funzionali.

La copertura specifica delle fanerogame è inoltre una delle metriche che compongono l'indice MaQI, utilizzato per la valutazione della qualità ecologica dei corpi idrici tramite l'elemento di qualità biologica "Macrofite" (fanerogame + macroalghe) nella componente "Ambiente Idrico – Acque di Transizione" (Cap.4).

Tipologia del dato finale: dati puntuali e cartografici per il confronto con lo stato di ante operam; elaborazione di indici qualità ecologica, ricchezza e diversità.

#### Fonti di riferimento

APAT-SIBM-ICRAM, 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. M.C. Gambi & M. Dappiano (Eds); Borum J., Duarte

C.M., Krause-Jensen D., Greve T.M., 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Publisher: The M&MS project. Settembre: 2004. (<http://www.seagrasses.org>); Sfriso A., Ghetti, P.F. 1998. Seasonal variation in the biomass, morphometric parameters and production of rhizophytes in the lagoon of Venice. *Aquatic Botany*, 61: 207-223.

### **Monitoraggio delle Fanerogame marine**

Nell'ambito del monitoraggio delle fanerogame marine, si fa generalmente riferimento sia a *Posidonia oceanica* (L.) Delile che a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch., in quanto le due specie sono le più diffuse negli habitat costieri del Mar Mediterraneo. In tale contesto, considerando l'importanza che essa assume, si farà riferimento soprattutto alla specie *P. oceanica*, anche se molte delle informazioni riportate di seguito sono riferite ad entrambe le specie.

Relativamente alla conservazione di una prateria di *P. oceanica* si sottolinea l'importanza che possono assumere strumenti di prevenzione, mitigazione e compensazione degli impatti a fronte della realizzazione di un'opera costiera. La strutturazione del piano di monitoraggio in termini di unità di campionamento e di frequenza temporale, inoltre, dipende dalla complessità dell'opera e deve necessariamente considerare l'entità e il tipo di presunto impatto. Di seguito vengono riportati delle informazioni generali al fine di gestire le attività di studio.

Per quanto riguarda gli strumenti di prevenzione, mitigazione e compensazione dell'impatto, la progettazione di un'opera che interessi direttamente e/o indirettamente un posidonieto, deve necessariamente esaminare tutti gli strumenti di prevenzione e/o mitigazione volti alla minimizzazione di perdita dell'*habitat* (es: ancoraggi ad alta efficienza, panne antitorbidità, ecc.). Laddove l'impatto arrecato al posidonieto è tale da richiedere un'opera di compensazione e questa sia individuata in un'operazione di trapianto di *P. oceanica*, si raccomanda un'attenta progettazione di quest'ultima, nonché un adeguato monitoraggio volto alla valutazione della riuscita dell'operazione di trapianto. A tal riguardo si rimanda alla lettura del manuale ISPRA, 2013 "*Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica*".

**Metodologia di rilevamento:** I principali metodi di studio delle fanerogame marine si basano su rilievi di tipo indiretto e diretto. I rilievi indiretti vengono adoperati per fini cartografici e sono condotti con strumenti ecografici, "Side Scan Sonar, Multibeam" oppure tramite teledetezione satellitare o aereotrasportata. I rilievi diretti, invece, vengono condotti *in situ*, o per mezzo di operatori subacquei, che

effettuano misure e censimenti visuali con eventuali prelievi di fasci fogliari; o per mezzo di strumenti ottici, telecamere subacquee, R.O.V., adoperati per effettuare prospezioni video – fotografiche. Le indagini biologiche ed ecologiche, previste per lo studio delle praterie a fanerogame marine, considerano i descrittori fisici, fisiografici, strutturali, funzionali (analisi fenologiche e lepidocronologiche), nonché studi degli organismi associati; per maggiori dettagli, riguardo le metodiche di studio, si rimanda alla lettura del manuale del benthos di Gambi & Dappiano 2003.

Unità di campionamento: nei rilievi diretti finalizzati alla raccolta di dati quantitativi e qualitativi, le unità di campionamento sono generalmente i transetti video, posti ortogonalmente e/o verticalmente all'area a fanerogame, e le stazioni di campionamento, posizionate a distanza progressiva dall'opera. Le unità di campionamento, transetti e stazioni, devono essere correttamente replicate sia spazialmente (mediante, ad esempio, disegni sperimentali di tipo gerarchico) considerando le sorgenti di impatto, che temporalmente, esaminando la stagionalità della pianta. Inoltre, queste devono essere quanto più possibile omogenee in termini di tipologia di substrato (sabbia, *matte*, roccia), pendenza del fondo e profondità. Laddove possibile, si consideri sempre anche la presenza di un bianco spaziale che abbia una funzione di controllo.

Frequenza della raccolta dati: La frequenza di raccolta dei dati deve tenere conto delle differenti fasi operative di costruzione dell'opera. A tal riguardo si fa generalmente riferimento ad una fase ante operam, una fase in corso d'opera (cantiere) e una fase post operam. Le indagini, per ciascuna fase, dovranno essere eseguite con una frequenza minima annuale, preferibilmente durante la stagione primaverile o estiva. La durata complessiva del monitoraggio dipende dalla tipologia di opera, dalla durata del cantiere nonché dal presunto impatto. Laddove si presuma un impatto indiretto di cospicua entità, nonché di un disturbo diretto con relativa distruzione di *habitat*, si consideri nella fase di monitoraggio post operam un arco temporale, comunque, non inferiore ai tre anni.

Eventuali indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati: La raccolta dei dati quali- quantitativi forniscono informazioni riguardo lo sviluppo vegetativo della pianta nonché indicazioni sullo stato di conservazione della prateria, utilizzabili anche per successivi indici derivati; di seguito se ne riportano alcuni:

- *Posidonia* Rapid Easy Index, PREI (Gobert et al., 2009, ISPRA, 2012);
- Conservation Index, CI (Moreno et al., 2001);

- Substitution Index, SI (Montefalcone et al., 2009);
- Habitat Structure Index, HSI (Irving et al., 2013);



Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali



Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e l'Arte Contemporanea

# **Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)**

## ***Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici - Rumore (Capitolo 6.5.)***

***REV. 1 DEL 30/12/2014***



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# INDICE

<b>6. INDIRIZZI METODOLOGICI SPECIFICI PER COMPONENTE/FATTORE AMBIENTALE.....</b>	<b>3</b>
6.5. AGENTI FISICI – RUMORE.....	5
6.5.1. OBIETTIVI SPECIFICI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	5
6.5.2. LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	6
6.5.3. PARAMETRI ANALITICI .....	8
6.5.4. FREQUENZA/DURATA DEI MONITORAGGI .....	9
6.5.5. METODOLOGIE DI RIFERIMENTO IN RELAZIONE AGLI OBIETTIVI .....	10
6.5.5.1. Monitoraggio degli impatti sulla popolazione.....	10
Il sistema di monitoraggio .....	10
Misura ed elaborazione dei dati .....	13
6.5.5.2. Monitoraggio degli impatti sugli ecosistemi e/o su singole specie .....	15
6.5.6. METODOLOGIE DI RIFERIMENTO IN FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA DI OPERA.....	16
Infrastrutture di trasporto lineare .....	16
Infrastrutture aeroportuali .....	20
Attività industriali .....	26
Prospezioni geofisiche per la ricerca di idrocarburi in mare.....	30
6.5.7. MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA .....	32
6.5.8. VALORI LIMITE E VALORI STANDARD DI RIFERIMENTO .....	35
APPENDICE .....	38

## 6. Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che dovranno essere descritte nell'ambito del PMA.

Le indicazioni fornite sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi, ove esistenti, su metodologie di riferimento e "*buona pratiche*" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico. Il Proponente dovrà necessariamente contestualizzare tali indicazioni alla specificità dell'opera, del contesto localizzativo (ambientale ed antropico) e degli impatti ambientali attesi, che rappresentano elementi indispensabili per intraprendere, caso per caso, le scelte più idonee che dovranno essere adeguatamente motivate nel PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee, acque superficiali, acque di transizione, acque marine);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Biodiversità (vegetazione, flora, fauna);
- Agenti fisici (rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti);
- Paesaggio e beni culturali.

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell'Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all'emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Rispetto alle componenti/fattori ambientali previste nel citato DPCM non sono trattate le componenti "Salute pubblica" ed "Ecosistemi" in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali. Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello nazionale/locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, al dibattito in corso a livello tecnico-scientifico sugli approcci e le metodiche più efficaci da utilizzare, conduce a ritenere che esse possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità



tecniche e di risorse.

Giova inoltre ricordare che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi "valori limite" basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell'aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, radiazioni).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera "integrata" sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell'aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

Si ritiene tuttavia importante segnalare che sono numerose le esperienze già consolidate in ambito internazionale, comunitario e regionale relative alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) come strumento che, integrato alle VIA, consenta di *"stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione"*<sup>1</sup>. Solo a seguito dell'adozione di metodologie e strumenti per la valutazione appropriata degli effetti sulla salute umana nell'ambito della VIA sarà quindi possibile delineare idonee metodologie e strumenti per il monitoraggio nel tempo di tali effetti, con lo scopo di controllare che siano effettivamente rispondenti a quelli previsti nella fase di valutazione.

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio,
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio,
- parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),

---

<sup>1</sup> WHO – European Center for Health Policy, Goteborg 1999

- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

La complessità dei temi affrontati e la specificità delle singole componenti hanno determinato la necessità di modifiche e adattamenti allo schema-tipo così come nelle modalità di analisi e di trattazione di specifici aspetti; ad esempio, per la componente "Rumore", le attività di monitoraggio sono state declinate in funzione della tipologia di opera, considerando che la stessa legislazione nazionale ha normato separatamente le diverse tipologie di infrastrutture di trasporto e le attività industriali.

Infine, in riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale i Proponenti potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell'opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi.

## **6.5. Agenti fisici – Rumore**

### **6.5.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale**

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come *"l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)"* (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, riportate in Appendice, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da Accordi e Convenzioni internazionali (vedi Appendice) dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

Il monitoraggio ante operam (AO) ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Il monitoraggio in corso d'opera (CO), effettuato per tutte le tipologie di cantiere (fissi e mobili) ed esteso al transito dei mezzi in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Il monitoraggio post operam (PO) ha come obiettivi specifici:

- il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

### **6.5.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

In linea generale, la definizione e localizzazione dell'area di indagine e dei punti

(o stazioni) di monitoraggio è effettuata sulla base di:

- presenza, tipologia e posizione di ricettori e sorgenti di rumore;
- caratteristiche che influenzano le condizioni di propagazione del rumore (orografia del terreno, presenza di elementi naturali e/o artificiali schermanti, presenza di condizioni favorevoli alla propagazione del suono, ...).

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio si fa riferimento allo studio acustico predisposto nell'ambito dello SIA, con particolare riguardo a:

- ubicazione e descrizione dell'opera di progetto;
- ubicazione e descrizione delle altre sorgenti sonore presenti nell'area di indagine;
- individuazione e classificazione dei ricettori posti nell'area di indagine, con indicazione dei valori limite ad essi associati;
- valutazione dei livelli acustici previsionali in corrispondenza dei ricettori censiti;
- descrizione degli interventi di mitigazione previsti (specifiche prestazionali, tipologia, localizzazione e dimensionamento).

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità del ricettore (generalmente in facciata degli edifici). I principali criteri su cui orientare la scelta e localizzazione dei punti di monitoraggio consistono in:

- vicinanza dei ricettori all'opera in progetto (monitoraggio AO e PO);
- vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dal traffico indotto dalle attività di cantiere (monitoraggio AO e CO);
- presenza di ricettori sensibili di classe I - scuola, ospedale, casa di cura/riposo (monitoraggio AO, CO e PO);
- presenza di ricettori per i quali sono stati progettati interventi di mitigazione acustica (monitoraggio PO).

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio del tipo ricettore-orientata è basata sulla seguente scala di priorità:

- ricettore sensibile (ricettore di classe I);
- ricettore critico<sup>2</sup> o potenzialmente critico<sup>3</sup>;

---

<sup>2</sup>Per ricettore critico si considera quello che nello studio acustico previsionale (SIA) presenta valori del livello sonoro superiori ai limiti normativi

<sup>3</sup>Per ricettore potenzialmente critico si considera quello che nello studio acustico previsionale (SIA) presenta valori del livello sonoro prossimi ai limiti normativi

- ricettore oggetto di intervento di mitigazione;
- ricettore influenzato da altre sorgenti (sorgenti concorsuali);
- altri ricettori: aree all'aperto oggetto di tutela (es. parchi), ricettori che possono essere influenzati negativamente da eventuali interventi di mitigazione<sup>4</sup>, ecc..

Per ciascun punto di monitoraggio previsto nel PMA devono essere verificate, anche mediante sopralluogo, le condizioni di:

- assenza di situazioni locali che possono disturbare le misure;
- accessibilità delle aree e/o degli edifici per effettuare le misure all'esterno e/o all'interno degli ambienti abitativi;
- adeguatezza degli spazi ove effettuare i rilievi fonometrici (presenza di terrazzi, balconi, eventuale possibilità di collegamento alla rete elettrica, ecc.).

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie, i punti di monitoraggio sono localizzati nelle naturali protette (siti della Rete Natura 2000, ZSC, SIC, ZPS, aree naturali protette e/o particolarmente sensibili marine e terrestri, zone di riproduzione e/o di transito di specie protette, ecc.), che ricadono nell'area di influenza dell'opera. Anche in questo caso si fa riferimento agli scenari previsionali contenuti nello SIA per valutare tale area di influenza, le cui dimensioni sono dipendenti dalla tipologia di sorgente sonora, dalle condizioni che influenzano la propagazione sonora e dalla sensibilità delle specie presenti.

### **6.5.3. Parametri analitici**

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono finalizzati a descrivere i livelli sonori e a verificare il rispetto di determinati valori limite e/o valori soglia/standard di riferimento.

La scelta dei parametri acustici da misurare, delle procedure/tecniche di misura è funzionale alla tipologia di descrittore/i da elaborare, ovvero alla tipologia di sorgente/i presente/i nell'area di indagine.

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono elaborati per valutare gli impatti dell'opera sulla popolazione attraverso la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L. 447/1995 e relativi decreti attuativi<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Ricettori per i quali la presenza dell'intervento di mitigazione può aver comportato un peggioramento dei livelli di rumore, ad esempio edifici prospicienti a barriere che risentono del rumore riflesso dalla barriera stessa. Tali ricettori devono essere individuati nelle verifiche di efficacia degli interventi di mitigazione.

<sup>5</sup> DPCM 14/11/1997; DPR 459/98; DM 31/10/1997, DPR 142/2004

Le misurazioni dei parametri meteorologici, generalmente effettuate in parallelo alle misurazioni dei parametri acustici, sono effettuate allo scopo di verificare la conformità dei rilevamenti fonometrici e per valutare gli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione del suono.

I parametri acustici possono essere elaborati anche per la definizione di specifici indicatori finalizzati alla valutazione degli effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie, sebbene non prevista dalla normativa nazionale sul rumore ambientale.

Eventuali indicatori specifici e relative metodiche di misurazione utilizzati in base a studi specialistici dovranno essere adeguatamente documentati nel PMA. Ad esempio, per la valutazione degli effetti del rumore sottomarino sulle popolazioni di specie marine sensibili e/o protette possono essere effettuate<sup>6</sup> specifiche rilevazioni di parametri acustici<sup>7</sup>, eseguite con idonea strumentazione di misura; possono inoltre essere utilizzati altri indicatori indiretti (o "proxy"), non costruiti necessariamente a partire da misurazioni acustiche, che possono correlare il fenomeno acustico con eventuali altri effetti analizzati e/o misurati nell'area di influenza della sorgente in esame (ad esempio un indicatore specifico può essere costruito correlando eventuali effetti di disturbo da rumore su alcune specie ai dati di abbondanza e presenza delle stesse in una definita area geografica).

#### **6.5.4. Frequenza/durata dei monitoraggi**

La durata delle misurazioni, funzione della tipologia della/e sorgente/i in esame, deve essere adeguata a valutare gli indicatori/descrittori acustici individuati; la frequenza delle misurazioni e i periodi di effettuazione devono essere appropriati a rappresentare la variabilità dei livelli sonori, al fine di tenere conto di tutti i fattori che influenzano le condizioni di rumorosità (clima acustico) dell'area di indagine, dipendenti dalle sorgenti sonore presenti e dalle condizioni di propagazione dell'emissione sonora.

Per il monitoraggio AO è necessario effettuare misurazioni che siano rappresentative dei livelli sonori presenti nell'area di indagine prima della realizzazione dell'opera ed eventualmente durante i periodi maggiormente critici per i ricettori

---

<sup>6</sup>Gli indicatori finalizzati a valutare gli impatti prodotti dall'introduzione di rumore nell'ambiente marino, in fase di elaborazione nell'ambito degli adempimenti previsti dall'implementazione della Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE, recepita con D.Lgs. 13/10/2010 n.190, valutano l'impatto cumulativo delle attività che generano rumore sulla fauna marina piuttosto che quello delle singole sorgenti/attività. Tali indicatori non sono quindi funzionali a valutare gli impatti/effetti riferibili ad una singola sorgente/attività.

<sup>7</sup> Sound Pressure Level SPL (dB re 1μPA), Sound Exposure level SEL (dB re 1μPa<sup>2</sup>s), Peak Sound Pressure Level, Average Noise Level, ecc.

presenti (ad esempio per il monitoraggio degli effetti del rumore su specie sensibile/o protette, durante i periodi di riproduzione e/o di transito/migrazione).

Per il monitoraggio CO la frequenza è strettamente legata alle attività di cantiere: in funzione del cronoprogramma della attività, si individuano le singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità e per ciascuna fase si programma l'attività di monitoraggio. Generalmente, i rilievi fonometrici sono previsti:

- ad ogni impiego di nuovi macchinari e/o all'avvio di specifiche lavorazioni impattanti;
- alla realizzazione degli interventi di mitigazione;
- allo spostamento del fronte di lavorazione (nel caso di cantieri lungo linea).

Per lavorazioni che si protraggono nel tempo, è possibile programmare misure con periodicità bimestrale, trimestrale o semestrale, da estendere a tutta la durata delle attività di cantiere.

Il monitoraggio PO deve essere eseguito in concomitanza dell'entrata in esercizio dell'opera(pre-esercizio), nelle condizioni di normale esercizio e durante i periodi maggiormente critici per i ricettori presenti.

#### **6.5.5. Metodologie di riferimento in relazione agli obiettivi**

Sono fornite di seguito indicazioni sulle metodologie di monitoraggio esclusivamente di tipo strumentale in relazione agli obiettivi specifici (monitoraggio degli impatti sulla popolazione e monitoraggio degli impatti su ecosistemi e/o singole specie). Come per la componente atmosfera (qualità dell'aria) è possibile utilizzare in modo sinergico tecniche di monitoraggio di tipo strumentale (misure) e tecniche di modellizzazione acustica per descrivere la distribuzione spazio-temporale dei livelli sonori per l'area vasta di indagine, operazione particolarmente utile qualora l'area risulti estesa e/o complessa e da rendere potenzialmente poco efficace o molto oneroso una valutazione dei livelli acustici esclusivamente basata su misure strumentali.

In questa sede non vengono descritte metodologie per l'utilizzo di modelli previsionali in quanto richiedono una trattazione specifica più attinente alla fase di analisi e valutazione degli impatti effettuata nell'ambito dello SIA.

##### **6.5.5.1. Monitoraggio degli impatti sulla popolazione**

#### **Il sistema di monitoraggio**

Il sistema di monitoraggio del rumore ambientale è composto generalmente dai

seguenti elementi, strettamente interconnessi tra loro:

1. postazioni di rilevamento acustico;
2. postazione di rilevamento dei dati meteorologici;
3. centro di elaborazione dati (CED) rappresentato da un qualunque tipo di apparato in grado di memorizzare, anche in modalità differita, i dati registrati dalle postazioni di rilevamento.

Le postazioni di rilevamento acustico si distinguono in postazioni fisse e postazioni mobili (o rilocabili). Le postazioni fisse, solitamente utilizzate per eseguire misure a lungo termine, sono generalmente costituite da un box per esterni a tenuta stagna, contenente la strumentazione fonometrica e da apposite apparecchiature di trasmissione collegate permanentemente con il CED. Questo tipo di postazione necessita generalmente di allacciamento alla rete elettrica e di apposite strutture di installazione. Le postazioni mobili, solitamente utilizzate per misure di medio e/o di breve periodo (misure "spot"), sono costituite da apparecchiature dotate di una quantità di memoria sufficiente a memorizzare i dati acquisiti che verranno periodicamente riversati su altro idoneo supporto informatico. Tali postazioni prevedono l'utilizzo di un sistema di alimentazione autonomo (batterie) che ne consente il funzionamento anche in assenza del collegamento alla rete elettrica. Gli strumenti di misura vengono normalmente collocati all'interno di mezzi mobili appositamente allestiti, ad esempio con pali telescopici per il posizionamento del microfono, o in idonee valigie/box posizionate su idoneo supporto.

La strumentazione di misura del rumore ambientale deve essere scelta conformemente alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16/03/1998 ed in particolare deve soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

Per la misura del rumore aeroportuale, la strumentazione di misura deve rispettare quanto indicato dal DM 31/10/1997, in particolare il fonometro deve essere conforme alle norme EN-IEC 60651 Classe 1, EN-IEC 60804 Classe 1 e EN-IEC 61672 Tipo 1. La calibrazione è effettuata mediante sorgente campione conforme almeno alla classe 1 della norma CEI 29-14. L'intera catena fonometrica del sistema non assistito, nonché la strumentazione del sistema assistito, incluso il calibratore di livello sonoro, devono essere sottoposti a verifica di conformità alle specifiche della classe 1 indicate dalle norme CEI 29-1, 29-10 e 29-14.



Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, nel caso delle postazioni mobili deve essere eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni differiscono al massimo di  $\pm 0,5$  dB(A). Nel caso di postazioni fisse la verifica della calibrazione può essere eseguita in modalità "check"<sup>8</sup> o in modalità "change"<sup>9</sup>.

Gli strumenti di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni presso laboratori accreditati (laboratori LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

I rilevamenti fonometrici devono essere eseguiti in conformità a quanto disposto al punto 7 dell'allegato B del DM 16/03/1998, relativamente alle condizioni meteorologiche. Risulta quindi necessaria l'acquisizione, contemporaneamente ai parametri acustici, dei seguenti parametri meteorologici, utili alla validazione delle misurazioni fonometriche:

- precipitazioni atmosferiche (mm);
- direzione prevalente (gradi rispetto al Nord) e velocità massima del vento (m/s);
- umidità relativa dell'aria (%);
- temperatura (°C).

Le caratteristiche minime della strumentazione di misura delle postazioni di rilievo dei dati meteorologici sono:

- per la velocità del vento, risoluzione  $\leq \pm 0,5$  m/s;
- per la direzione del vento, risoluzione  $\leq \pm 5^\circ$ ;
- frequenza di campionamento della direzione e della velocità del vento tale da garantire la produzione di un valore medio orario e di riportare il valore della raffica, generalmente base temporale di 10' per le misure a breve termine e di 1 h per misure a lungo termine;
- per la temperatura dell'aria, l'incertezza strumentale  $\leq \pm 0,5$  °C;
- per l'umidità dell'aria, l'incertezza strumentale relativa  $\leq \pm 10\%$  del valore nominale.

Nei casi di postazioni di rilevamento dei dati meteorologici integrate alle postazioni di rilevamento dei dati acustici, la posizione della sonda meteo deve essere

---

<sup>8</sup> È utilizzato un sistema che genera in prossimità del microfono un livello noto di pressione sonora a una certa frequenza; il fonometro riporta soltanto la lettura di tale valore, senza effettuare alcuna correzione. L'operazione di tipo check può essere eseguita in modo automatico (calibrazioni di verifica automatiche o comandate con attuatore elettrostatico o sistema equivalente) o manuale (con pistonofono o sorgente sonora nota).

<sup>9</sup> È adoperato un sistema di calibrazione secondo la norma CEI EN 60942 (con pistonofono o sorgente sonora nota) e il fonometro è impostato in modo da correggere la lettura al fine di fornire lo stesso valore che il sistema di calibrazione genera.

scelta il più vicina possibile al microfono, ma sempre ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze, e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni e ad un'altezza dal suolo pari ad almeno 3 m. Qualora non si avesse disponibilità di una stazione meteorologica dedicata in campo, per i parametri meteorologici è possibile fare riferimento alla più vicina stazione meteorologica appartenente a reti ufficiali (ARPA, Protezione Civile, Aeronautica Militare, ecc.), purché la localizzazione sia rappresentativa della situazione meteorologica del sito di misura.

Per determinare la qualità complessiva delle attività di monitoraggio dell'inquinamento acustico possono inoltre essere definite delle modalità di verifica del sistema di monitoraggio, generalmente condotta da un Auditor esterno, sulla base di due aspetti rilevanti:

- verifica dei requisiti, indirizzata ad assicurare che tutti i componenti del sistema di monitoraggio siano installati correttamente e siano in grado di espletare in maniera completa le funzioni previste;
- verifica dell'efficienza, indirizzata ad assicurare che il sistema, nel suo complesso, fornisca dati attendibili e sia in grado di determinare in modo oggettivo i livelli di inquinamento acustico.

## **Misura ed elaborazione dei dati**

La misura può essere effettuata per integrazione continua o con tecnica di campionamento. Le misure sono inoltre distinte in misure a lungo termine e misure di breve periodo (a breve termine o misure "spot").

Le misure a lungo termine devono includere quante più condizioni di emissione e di propagazione possibile caratteristiche del sito in esame; se le condizioni di propagazione o di emissione hanno caratteristiche di stagionalità è necessario effettuare più misurazioni durante l'anno solare per ottenere livelli sonori rappresentativi delle condizioni medie/caratteristiche del sito.

Le misurazioni di breve periodo devono essere condotte selezionando un intervallo di tempo comunque non inferiore ad un'ora ( $T_M \geq 1h$ ).

Al fine di acquisire dati di rumore riproducibili e rappresentativi delle condizioni di propagazione favorevole del sito di misura e, allo stesso tempo, per ridurre al minimo le influenze delle variazioni meteo sulla propagazione del suono, sono considerate come riferimento le indicazioni fornite dalle norme UNI 9613-1, UNI 9613-2 e UNI ISO 1996-2 (Appendice A).

A monte della procedura di elaborazione dei dati grezzi per la determinazione dei descrittori/indicatori acustici, è necessario che sia verificata la qualità del dato acquisito dalla strumentazione attraverso:

- il controllo della calibrazione e del corretto funzionamento strumentale: garantisce che l'archiviazione dei dati acquisiti dalla strumentazione avvenga solo se la catena di misura supera la verifica di calibrazione effettuata prima e dopo la sessione di misura; a seguito di calibrazione di esito negativo sono necessariamente scartati tutti i dati successivi all'ultima verifica positiva;
- il controllo sulla base delle condizioni meteorologiche: garantisce che i livelli sonori acquisiti dalla strumentazione siano conformi al DM 16/3/98 attraverso l'analisi combinata dei livelli sonori e dei dati meteo acquisiti da una postazione meteo posizionata in parallelo o in prossimità della postazione di rilevamento acustico.

Altre elaborazioni sui dati acustici acquisiti sono la stima dell'incertezza associata alla variabilità dei livelli di rumore e l'individuazione di sorgenti interferenti.

La stima dell'incertezza, attraverso il parametro deviazione standard, permette di caratterizzare la variabilità stagionale tipica della sorgente, relativamente sia alle condizioni emissive sia alle modalità di propagazione del suono influenzate dalle condizioni meteorologiche (variabilità deterministica della sorgente). La deviazione standard, associata alla valutazione delle eccedenze, intesa come l'individuazione di livelli sonori superiori ad un impostato livello soglia e di durata non inferiore ad un definito intervallo di tempo, permette inoltre di identificare se un dato misurato può essere connotato come dato anomalo e quindi escluso dal set di dati sui quali effettuare le elaborazioni successive.

Poiché nell'ambito del PMA il monitoraggio è indirizzato a valutare i livelli sonori prodotti dalla sorgente/opera di progetto, l'effetto di altre sorgenti sonore deve essere evidenziato e possibilmente quantificato, al fine di stimare correttamente il contributo esclusivo della sorgente in esame. Nel caso di postazioni di misura non presidiate, l'individuazione di sorgenti interferenti può avvenire attraverso il controllo statistico della stabilità dei livelli medi, verificando se il livello acquisito rientra in un determinato intervallo di confidenza (al 90 o al 95%), e/o attraverso l'esame dell'andamento temporale del livello sonoro (Time History).

Il monitoraggio del rumore ambientale, inteso come acquisizione ed elaborazione dei parametri acustici per la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L.Q. 447/1995 e relativi decreti attuativi, deve essere effettuato da un tecnico competente

in acustica ambientale(art. 2, comma 6, L.Q. 447/1995).

I rapporti tecnici descrittivi delle attività svolte e dei risultati esiti del monitoraggio oltre a quanto già indicato nella parte generale delle Linee Guida, dovrà riportare per ogni misura effettuata le seguenti informazioni:

- distanza del microfono dalla superficie riflettente;
- altezza del microfono sul piano campagna;
- distanza del microfono dalla sorgente;
- catena di misura utilizzata;
- data inizio delle misure;
- tipo di calibrazione (automatica/manuale) e modalità di calibrazione (change/check);
- posizione della postazione di riferimento per l'acquisizione dei dati meteorologici (coordinate geografiche ed eventuale georeferenziazione su mappa);
- altezza dell'anemometro sul piano campagna;
- nome dell'operatore (tecnico competente in acustica ambientale);
- criteri e le modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati;
- i risultati ottenuti;
- la valutazione dell'incertezza della misura;
- la valutazione dei risultati, tramite il confronto con i livelli limite.

#### **6.5.5.2. Monitoraggio degli impatti sugli ecosistemi e/o su singole specie**

Come già riportato negli obiettivi specifici, ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, metodologie di riferimento, ovvero procedure/tecniche di misura per l'acquisizione ed elaborazione dei parametri (acustici e non) finalizzate all'elaborazione di descrittori/indicatori specifici per la valutazione degli impatti sugli ecosistemi e/o singole specie. Per alcuni ambiti specifici quali l'ambiente marino e in particolare per alcune specie "target" (cetacei) sono disponibili metodologie ormai consolidate per monitorare gli effetti determinati da specifiche attività antropiche (prospezioni/ricerca idrocarburi in mare); per il dettaglio di tali metodologie si rimanda alla sezione del Cap. 6.5.6. dedicata a tali tipologie di attività.

Si evidenzia inoltre che per alcune sorgenti di rumore sottomarino (*pile driving*, imbarcazioni, ecc.), sono in fase di elaborazione norme tecniche (ISO) che definiscono standard per la strumentazione di acquisizione dei dati acustici e per le

procedure/tecniche di misura. Procedure/tecniche di misura "ad hoc" che potranno essere adottate in base a studi specialistici dovranno essere adeguatamente caratterizzate nei rapporti tecnici descrittivi delle attività svolte come riportato nel precedente Capitolo.

In alternativa, il monitoraggio degli effetti su specie di interesse può essere effettuato in maniera indiretta, attraverso il controllo quali-quantitativo della presenza/abbondanza di specie/individui nell'area di indagine, in correlazione alla tipologia e alle caratteristiche delle emissioni acustiche generate nelle diverse fasi di attuazione dell'opera.

#### **6.5.6. Metodologie di riferimento in funzione della tipologia di opera**

Per la componente Rumore, appare particolarmente significativo fornire specifiche indicazioni sul monitoraggio in relazione alla specifica tipologia di opera/attività in quanto la normativa di settore fornisce specifiche indicazioni metodologiche ed operative in relazione ai diversi settori infrastrutturali (infrastrutture di trasporto lineare – strade e ferrovie, ed areali - aeroporti) ed attività produttive (industriali e artigianali). Come già segnalato, una specifica trattazione è inoltre dedicata alle attività di prospezione/ricerca idrocarburi in mare per il monitoraggio degli effetti su specie "target" (cetacei).

#### **Infrastrutture di trasporto lineare**

I descrittori acustici per il monitoraggio degli impatti sulla popolazione di un'infrastruttura di trasporto lineare (strada/ferrovia) sono:

- all'interno delle fasce di pertinenza<sup>10</sup>:
  - per le infrastrutture stradali,  $L_{Aeq}$ , diurno e notturno, valutato sulla settimana;
  - per le infrastrutture ferroviarie,  $L_{Aeq}$ , diurno e notturno, valutato nelle 24 h.
- all'esterno delle fasce di pertinenza:
  - $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori acustici specifici all'Allegato C, punti 1 e 2, del DM 16/3/1998, rispettivamente per il rumore ferroviario e il rumore stradale.

---

<sup>10</sup> Fasce/strisce di terreno, di determinata ampiezza, definite dai decreti che regolamentano l'inquinamento acustico di un'infrastruttura di trasporto (per le infrastrutture stradali: DPR 142/2004; per le infrastrutture ferroviarie: DPR 459/98).

Al monitoraggio acustico di un'infrastruttura di trasporto lineare può essere associato il contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico, al fine di correlare i livelli sonori rilevati agli effettivi transiti conteggiati durante il tempo di misura. In tale ipotesi, per le infrastrutture di trasporto stradali, il set minimo di dati da rilevare è rappresentato da:

- flusso veicolare con dettaglio orario, al fine di poter individuare il numero dei veicoli complessivi su diversi periodi della giornata (diurno, serale, notturno), generalmente distinguendo per categoria (auto, furgoni fino a 35q , mezzi oltre 35 q);
- velocità media dei transiti per categoria.

Talvolta è necessaria l'acquisizione di dati disaggregati per corsia di marcia, soprattutto nel caso di infrastrutture in cui si rilevano differenze significative nei flussi di traffico tra le diverse corsie.

Per le *infrastrutture di trasporto ferroviario* il set minimo di dati da rilevare è rappresentato da:

- flussi di traffico, riferiti ai periodi di riferimento (diurno/notturno), suddivisi per tipologia, in particolare il numero dei convogli per tipologia e la lunghezza dei convogli;
- la velocità media dei convogli.

La posizione del microfono delle stazioni/punti di monitoraggio acustico è individuata nel rispetto delle condizioni previste dal DM 16/3/1998. Per le postazioni ricettore-orientate, il microfono è posizionato ad un'altezza pari a 4 m dal suolo e ad 1 m di distanza dalla facciata dell'edificio più esposta ai livelli sonori; altezze superiori sono ammesse se, sulla base dell'esame delle caratteristiche del sito (ad esempio, edifici o tratti di strada sopraelevati), risulta opportuno valutare i livelli di rumore a quote diverse. In assenza di edifici, o nel caso di edifici di altezza inferiore a 4 m, il microfono è posizionato all'interno dell'area identificata come ricettore, ad 1,5 m dal piano campagna, altezza assunta come riferimento standard per l'orecchio umano, nelle posizioni più esposte al rumore prodotto dall'infrastruttura in oggetto potenzialmente occupate dagli individui in maniera prolungata. Per le postazioni sorgente-orientate e per le postazioni punto di controllo/verifica non individuate in facciata ai ricettori, utilizzate principalmente ai fini della modellizzazione acustica rispettivamente per caratterizzare la sorgente e per validare il modello di calcolo, la scelta della posizione del microfono dipende dall'altezza relativa tra punto di misura e sorgente monitorata. In generale, si rileva che posizioni del microfono più basse (<3

m) risentono maggiormente della presenza di condizioni locali particolari, quindi più facilmente le misure così realizzate possono essere affette da anomalie e variabilità; pertanto sono da privilegiarsi posizioni di misura con altezza superiore ai 3 m dal suolo per la maggiore riproducibilità e rappresentatività del dato fornito.

La durata delle misurazioni in una postazione ricettore-orientata è normalmente di lungo termine, generalmente eseguite per integrazione continua ed effettuate preferibilmente con postazioni di monitoraggio fisse. La durata delle misurazioni in una postazione (fissa e/o mobile) sorgente-orientata è generalmente di breve periodo, con tempi di misura non inferiori ad un'ora.

Per la valutazione dell'incertezza relativa ai rilievi strumentali, dovuta all'incertezza strumentale della catena di misura, ma anche alla durata temporale dei rilievi, alle caratteristiche della sorgente da caratterizzare (variabilità dei livelli sonori) ed al contesto ambientale presente al momento dei rilievi acustici (variabilità del rumore residuo, condizioni meteorologiche, condizioni del terreno, ecc...), si fa riferimento alle norme UNI ISO 1996 e UNI/TR 11326.

### ***Infrastrutture stradali***

Il parametro acustico fondamentale rilevato dal monitoraggio è il  $L_{Aeq}$  (acquisito con costante temporale Fast oppure come "short  $L_{Aeq}$ "); da tale parametro si ricava il  $L_{Aeqh}$ . Sono acquisiti anche altri parametri acustici, quali i livelli statistici (principalmente  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ),  $L_{AF}$ ,  $L_{AFMax}$ , lo spettro 1/3 ottava, la time-history. L'elaborazione dei parametri acustici misurati prevede:

- eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
- stima dell'incertezza associata alla variabilità oraria dei livelli (calcolo della deviazione standard) e valutazioni delle eccedenze rispetto ad una soglia predeterminata, per l'individuazione di eventi anomali e/o sorgenti interferenti;
- depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
- determinazione, a partire dal  $L_{Aeq}$  rilevato, dei livelli sonori orari ( $L_{Aeqh}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ ,  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{99}$ );
- determinazione, a partire dai dati di  $L_{Aeqh}$ , dei livelli sonori nei periodi di riferimento diurno e notturno;
- determinazione dei descrittori settimanali (per il confronto con i limiti normativi).

In sintesi, i parametri acquisiti/elaborati per un'infrastruttura stradale sono riportati nella tabella seguente.

PARAMETRI	PARAMETRI ACQUISITI ATTRAVERSO		
	POSTAZIONI FISSE	POSTAZIONI MOBILI	MODELLI PREVISIONALI
<i>Informazioni generali</i>			
<b>Ubicazione/Planimetria</b>	☑	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	☑	☑	n.a.
<b>Periodo di misura/Periodo di riferimento</b>	☑	☑	☑
<i>Parametri acustici</i>			
<b><math>L_{Aeq}</math> orari</b>	≈	⊕	⊕
<b><math>L_{Aeqd}</math> giornalieri</b>	☑	☑	⊕
<b><math>L_{Aeqnr}</math> giornalieri</b>	☑	☑	⊕
<b>Valori medi settimanali* <math>L_{Aeqd}</math></b>	☑	☑	☑
<b>Valori medi settimanali* <math>L_{Aeqn}</math></b>	☑	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	☑	⊕	≈
<i>Parametri meteorologici</i>			
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	☑	☑	n.a.
<b>Situazione meteorologica</b>	☑	☑	☑

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

### Infrastrutture ferroviarie

I *parametri acustici* rilevati dal monitoraggio sono:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AE}$  (SEL),  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ . Sono acquisiti anche altri parametri acustici, quali i livelli statistici (principalmente  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ),  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ , lo spettro 1/3 ottava, la time-history. L'*elaborazione dei parametri acustici* misurati prevede:

- eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
- stima dell'incertezza associata alla variabilità oraria dei livelli (calcolo della deviazione standard), e valutazioni delle eccedenze rispetto ad una soglia predeterminata, per l'individuazione di eventi anomali e/o sorgenti interferenti;
- depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
- determinazione dei  $L_{AE}$  (SEL) dai livelli sonori rilevati, nei due periodi di riferimento;
- determinazione di  $L_{Aeq}$ , nei periodi di riferimento diurno e notturno, per il



confronto con i limiti normativi.

In sintesi, i parametri acquisiti/elaborati per un'infrastruttura stradale sono riportati nella tabella seguente.

PARAMETRI	PARAMETRI ACQUISITI ATTRAVERSO		
	POSTAZIONI FISSE	POSTAZIONI MOBILI	MODELLI PREVISIONALI
<i>Informazioni generali</i>			
<b>Ubicazione/Planimetria</b>	☑	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	☑	☑	n.a.
<b>Periodo di misura/Periodo di riferimento</b>	☑	☑	☑
<i>Parametri acustici</i>			
<b><math>L_{Aeqd}</math>, diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeqn}</math>, notturno</b>	☑	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	☑	⊕	≈
<i>Parametri meteorologici</i>			
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	☑	☑	n.a.
<b>Situazione meteorologica</b>	☑	☑	☑

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

## Infrastrutture aeroportuali

Per valutare gli effetti del rumore di un aeroporto sul territorio circostante l'infrastruttura è individuato l'intorno aeroportuale<sup>11</sup>. Spetta alla Commissione aeroportuale (di cui all'art.5 comma 1 del DM 31/10/97), definire, nell'Intorno aeroportuale, i confini delle tre aree di rispetto: zona A, zona B, zona C. (art.6 comma 1 DM 31/10/97). Nell'ambito del PMA sono possibili due diversi scenari:

1. Caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) approvata dalla Commissione aeroportuale;
2. Caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) non approvata dalla Commissione aeroportuale.

Nello scenario 2 le valutazioni possono essere effettuate considerando l'impronta acustica previsionale con l'individuazione delle tre zone di rispetto elaborata nello SIA.

I descrittori acustici per valutare gli impatti del rumore aeroportuale sulla popolazione sono:

<sup>11</sup>«Territorio circostante l'aeroporto, il cui stato dell'ambiente è influenzato dalle attività aeroportuali, corrispondente all'area in cui il descrittore di cui all'allegato «A», punto 1, del presente decreto ( $L_{VA}$ ) assume valori superiori a 60 dB(A)» (art. 2 DM 31/10/1997).

- all'interno dell'intorno aeroportuale, il livello di valutazione del rumore aeroportuale,  $L_{VA}$ , valutato nelle tre settimane a maggior numero di movimenti aerei nei tre periodi individuati dal DM 31/10/1997 (Allegato A);
- all'esterno dell'intorno aeroportuale,  $L_{VA}$ , valutato nelle tre settimane a maggior numero di movimenti aerei nei tre periodi individuati dal DM 31/10/1997 (Allegato A), e il  $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno.

La normativa nazionale individua le procedure per la determinazione del LVA all'Allegato A del DM 31/10/1997 e le procedure per l'esecuzione delle misure di rumore aeroportuale all'Allegato B del DM 31/10/1997.

Ai fini della valutazione degli impatti, nel *monitoraggio di un aeroporto* sono individuate due tipologie di stazioni di monitoraggio<sup>12</sup>:

1. Stazioni di tipo M, di *monitoraggio del rumore aeronautico*, nelle quali è possibile distinguere gli eventi di origine aeronautica da quelli dovuti ad altre sorgenti, finalizzate alla valutazione specifica del descrittore  $L_{VA}$ ;
2. Stazioni di tipo A, di *monitoraggio del rumore ambientale*, nelle quali non è necessario distinguere gli eventi di origine aeronautica, finalizzate alla valutazione del descrittore  $L_{Aeq}$ , nei due periodi di riferimento.

La scelta del numero e dell'ubicazione delle stazioni di monitoraggio dipende dalla presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e/o riposo) e di altri ricettori (abitazioni).

Le stazioni di tipo M sono posizionate all'interno dell'intorno aeroportuale o dell'impronta acustica previsionale elaborata nel SIA, prioritariamente in zona B e in zona A; possono essere previste anche al di fuori dell'Intorno aeroportuale (o dell'impronta acustica previsionale elaborata nel SIA), presso ricettori sensibili e/o abitativi posti in prossimità dell'Intorno stesso e interessati dalle traiettorie degli aeromobili.

Al fine di valutare l'indicatore  $L_{VA}$ , con un grado di accuratezza utile allo scopo del monitoraggio, l'ubicazione migliore delle stazioni di tipo M è al di sotto delle traiettorie di sorvolo (decollo/atterraggio) degli aeromobili, individuate dalle traiettorie nominali pubblicate in AIP<sup>13</sup> Italia.

La scelta del numero e dell'ubicazione delle stazioni di tipo A dipende dalla presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e/o riposo) e di ricettori

<sup>12</sup> L'accertamento delle violazioni delle procedure antirumore non è ricompresa tra le finalità del monitoraggio degli impatti previsto nell'ambito del PMA.

<sup>13</sup> Aeronautical Information Publication

abitativi potenzialmente critici (o "border-line") al di fuori dell'intorno aeroportuale o dell'impronta acustica previsionale con la individuazione delle tre zone di rispetto elaborata nel SIA.

La posizione della strumentazione di misura per la valutazione del rumore aeronautico (LVA) deve rispondere ai seguenti requisiti:

- La superficie su cui è posizionata la stazione di misura deve essere una superficie solida, continua, il cui assorbimento acustico  $\alpha$  è inferiore a 0,3. Nel caso in cui tale circostanza non si verifichi, è prevista la posa di adeguati materiali riflettenti;
- Tra la traiettoria ipotetica della procedura di volo (pubblicata in AIP) di un qualsiasi aereo in movimento durante il sorvolo e la stazione di misura non devono essere presenti ostacoli tali da creare fenomeni di diffrazione che modifichino il percorso diretto dei raggi acustici, né devono sussistere condizioni di riverberazione tali da alterare il livello di pressione sonora dell'onda direttamente incidente sul microfono;
- La distanza della stazione di misura dall'edificio più vicino deve essere almeno pari al doppio dell'altezza dell'edificio. Nel caso in cui questa condizione non sia verificata se la stazione è situata a quota del suolo, la stessa può essere posizionata sul tetto di un edificio in modo tale da rendere la condizione effettiva;
- L'altezza del microfono deve essere pari ad almeno 3 m dal piano di campagna, preferibilmente compresa tra i 6 e i 10 m;
- Nel caso in cui le condizioni locali suggeriscano una differente collocazione, possono essere valutate soluzioni che comprendano anche l'installazione del microfono su tetti o terrazzi. In tal caso è necessario valutare il livello di incertezza associato a tale collocazione.

Il microfono utilizzato per le misure di rumore aeronautico è del tipo a campo libero, con una sensibilità superiore a 30mV/Pa. L'orientamento del microfono deve essere allo zenit; non sono utilizzati sistemi di correzione per l'incidenza casuale.

Per l'acquisizione dei parametri acustici per il monitoraggio del rumore aeroportuale la stazione di monitoraggio di tipo M deve essere in grado di:

- integrare i valori di pressione sonora al fine della determinazione del livello SEL, relativamente al singolo evento rumoroso;
- memorizzare il valore  $L_{AFMax}$  del singolo evento rumoroso;

- memorizzare i valori  $L_{AF}$  con campionamento pari o inferiore ad 1 s, in alternativa è possibile memorizzare i campioni short  $L_{Aeq}$  con tempo di integrazione pari a 1 s (solo se lo strumento è in grado di determinare il valore  $L_{AFMax}$  dell'evento);
- in alternativa, memorizzare l'intera *Time-history* del parametro  $L_{Aeq}$  con risoluzione 1s;
- determinare il livello  $L_{Aeq}$  orario e i livelli percentili, orari e/o di periodo, in particolare  $L_1$ ,  $L_{90}$  e  $L_{99}$ .

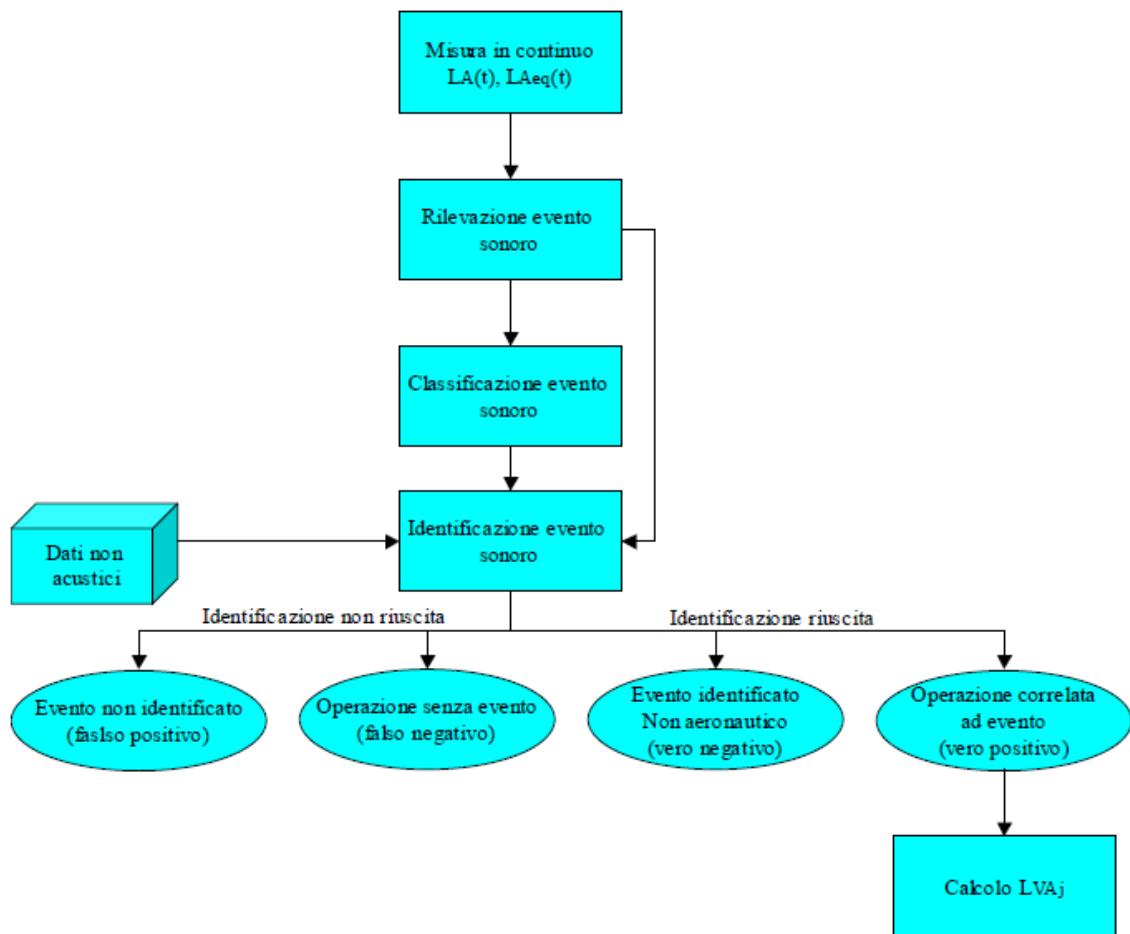
Nella tabella seguente sono riportati, in sintesi, i parametri acustici da acquisire dalla strumentazione di misura, in funzione della tipologia di stazione di monitoraggio (A/M).

TIPO DI STAZIONE PARAMETRO		A- MONITORAGGIO AMBIENTALE	M- MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE
<b>Dati identificativi dell'evento</b>	Data e ora di inizio dell'evento	⊕	☑
	Data e ora del massimo $L_{AF}$ dell'evento	⊕	☑
	Durata in secondi	⊕	☑
<b>Parametri acustici del fonometro</b>	SEL	≈	☑
	$L_{AFMax}$	☑	☑
	Time History $L_{AF}$ oppure, in alternativa Time History short $L_{Aeq}$	☑	⊕

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

Per determinare il descrittore LVA è necessario identificare gli eventi acustici dovuti al passaggio degli aeromobili e quindi correlare l'evento sonoro rilevato dalla strumentazione e i dati non acustici relativi ai voli, secondo lo schema illustrato nella figura di seguito riportata <sup>14</sup>.

<sup>14</sup>Tratto da "Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale" ISPRA 2010.



Per l'identificazione degli eventi sonori può essere utilizzata qualunque metodologia fondata sull'evoluzione temporale del rumore e dello spettro in frequenza e in grado di identificare l'inizio e la fine dell'evento rumoroso. La metodologia utilizzata, di cui preventivamente deve essere dimostrata l'efficacia, deve essere specificata nel rapporto tecnico che riporta la determinazione dei descrittori acustici di riferimento.

I dati non acustici relativi ai voli sono quell'insieme di informazioni che consente l'identificazione dei voli e in particolare la correlazione di questi con gli eventi rumorosi, secondo le indicazioni del DM 20/5/1999. Essi sono:

- base dati voli, fornita dalla società di gestione;
- tracciati radar, forniti dal fornitore dei servizi di traffico aereo (ad esempio ENAV) al gestore dell'aeroporto, come stabilito dal DM 31/10/1997, all'art. 6, comma 5.

L'operazione di correlazione tra evento sonoro e dato non acustico deve essere specifica per ogni stazione di monitoraggio. La metodologia di correlazione e la sua

efficacia sono specificate nel rapporto tecnico che riporta la determinazione dei descrittori acustici di riferimento. Le informazioni acquisite/elaborate nelle stazioni di monitoraggio di un'infrastruttura aeroportuale sono riportate nella tabella seguente, distinte per tipologia di stazione di monitoraggio (A/M).

TIPO DI STAZIONE	A – MONITORAGGIO AMBIENTALE	M – MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE
<i>Informazioni generali</i>		
<b>Ubicazione</b>	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	⊕	☑
<i>Periodicità giornaliera</i>		
<b>L<sub>VAj</sub></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale<sup>1</sup></b>	☑	⊕
<b>L<sub>VAd</sub></b>	≈	⊕
<b>L<sub>VAn</sub></b>	≈	⊕
<b>% correl.</b>	≈	☑
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	≈	⊕
<i>Periodicità settimanale</i>		
<b>L<sub>VAj</sub></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale</b>	☑	⊕
<b>Andamenti grafici</b>	≈	⊕
<b>% correl.</b>	≈	⊕
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	≈	⊕
<i>Periodicità mensile</i>		
<b>L<sub>VAj medio</sub><sup>2</sup></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale medio</b>	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	⊕	⊕
<b>Situazione meteorologica</b>	≈	⊕
<i>Periodicità annuale</i>		
<b>L<sub>VA</sub></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale medio</b>	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	⊕	☑
<b>Situazione meteorologica</b>	≈	⊕

<sup>1</sup> Per rumore ambientale si intende il rumore rilevato dallo strumento senza differenziazione delle sorgenti, per rumore non aeronautico si intende la differenza tra rumore ambientale e rumore attribuito alla sorgente aeronautica

<sup>2</sup> Il valore medio dei parametri acustici può essere calcolato indifferentemente sia utilizzando la media aritmetica che quella logaritmica, purché la scelta sia effettuata per tutte le stazioni e sia indicata nel commento ai dati.

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

Il monitoraggio del rumore aeroportuale in quanto finalizzato alla valutazione del descrittore L<sub>VA</sub> ha durata annuale. Si ritiene opportuno eseguire il *monitoraggio PO* dell'infrastruttura aeroportuale fino all'entrata in esercizio del sistema di monitoraggio previsto dal DM 20/05/1999.

## **Attività industriali**

In generale, il rumore prodotto nei siti in cui si svolgono attività industriali/produttive si compone di diversi contributi, originati da sorgenti sonore di diversa tipologia: attività industriali propriamente dette, infrastrutture di trasporto a servizio del sito industriale e/o influenzate dal traffico indotto dal sito, operazioni correlate alle attività industriali (es. scarico/carico merci, specifiche lavorazioni, ecc.).

Per il monitoraggio del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto a servizio e/o influenzate dal traffico indotto dal sito di attività industriale si fa riferimento a quanto già indicato nei paragrafi specifici.

Nell'ambito del monitoraggio del rumore prodotto nei siti portuali e negli interporti, tra le sorgenti di interesse correlate alle attività portuali si deve considerare anche il rumore prodotto dalle imbarcazioni.

Nel monitoraggio del rumore dei terminal marittimi e delle piattaforme per la coltivazione idrocarburi in mare si deve considerare il rumore prodotto dal traffico marittimo da e verso il terminal/impianto stesso.

Per gli impianti eolici a mare, data la distanza di installazione del sito dalla costa, gli impatti del rumore ambientale sulla popolazione sono generalmente poco significativi, se non trascurabili. Fatte salve le specificità dei contesti, non si ritiene quindi necessaria l'installazione di un sistema di monitoraggio finalizzato a valutare gli impatti sulla popolazione.

I descrittori acustici per il monitoraggio degli impatti connessi ad attività industriali sulla popolazione sono:

- $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;
- $L_{Aeq}$ , valutato sul tempo di misura  $T_M$ , secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998. Tali tecniche di misura, in mancanza del decreto che individua i criteri di misurazione del rumore emesso dalle imbarcazioni, previsto all'art. 3, comma 1, lett. l) della L.Q. 447/95, sono da riferimento anche nel monitoraggio del rumore ambientale prodotto dalle imbarcazioni e/o dal traffico marittimo.

I rilevamenti fonometrici sono effettuati nella situazione di esercizio più gravosa nelle condizioni abituali (o a regime) di conduzione del sito di attività industriale, non

soltanto in riferimento alla/e sorgente/i oggetto di indagine, ma anche in relazione alla variabilità delle altre sorgenti che contribuiscono a determinare il clima acustico dell'area di indagine.

I rilevamenti fonometrici sono effettuati in ambiente esterno, per la valutazione del livello assoluto di immissione e del livello di emissione, e in ambiente interno, per la valutazione del livello differenziale di immissione.

Per le *misure in ambiente esterno*, il microfono è posizionato in prossimità di spazi aperti fruibili da persone o comunità, ad un'altezza di 1,5 m dal suolo (in accordo alla reale o ipotizzata posizione del ricettore), nel punto in cui il livello sonoro prodotto dall'opera oggetto d'esame è massimo, oppure in prossimità di un edificio ricettore, sempre ad un'altezza di 1,5 m dal suolo e a non meno di 1 m di distanza dalla parete dell'edificio. Nel caso di misure in prossimità di edifici di più piani, è opportuno effettuare misurazioni anche presso i piani più alti dell'edificio, in corrispondenza del punto in cui il livello sonoro prodotto dall'opera in esame è massimo (stimato dallo studio di impatto acustico previsionale predisposto nel SIA).

Per le *misure in ambiente interno*, il microfono è posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti; il rilievo fonometrico è eseguito sia a finestre chiuse che a finestre aperte, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono è posizionato ad 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono è posto in corrispondenza del punto di massima pressione sonora più vicino alla posizione suddetta. Nella misura a finestre chiuse il microfono è posizionato nel punto in cui si rileva il livello maggiore di pressione sonora.

Per la *valutazione del livello assoluto di immissione*, i rilievi fonometrici sono eseguiti con misurazioni per integrazione continua o con tecnica di campionamento sull'intero periodo di riferimento.

In presenza di un considerevole numero di ricettori distribuiti su un'area vasta si può ricorrere ad una procedura di rilevamento che permette di ottimizzare il campionamento spazio-temporale del rumore<sup>15</sup>; la procedura consiste nell'individuare:

- *Postazioni di monitoraggio in prossimità della sorgente* (possibilmente in prossimità del confine di proprietà del sito di attività industriale), generalmente di tipo fisso, nelle quali effettuare misurazioni per integrazione continua, sul medio o lungo periodo (misurazioni sulle 24 h e/o settimanali), allo scopo di

---

<sup>15</sup> Approccio descritto per le attività industriali nell'ambito della procedura di Autorizzazione Integrata Ambientale, fra i "principi di monitoraggio del rumore" riportati nelle "Linee guida in materia di sistemi di monitoraggio" recanti criteri per l'individuazione e l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili ex art. 3 comma 2 D.Lgs 372/99".



caratterizzare in maniera univoca le emissioni/immissioni della sorgente oggetto di indagine (in particolare la presenza di eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale).

- *Postazioni presso i ricettori*, generalmente del tipo mobile/rilocabile, in cui effettuare rilevamenti acustici di breve periodo (o "spot"), eseguiti con tecnica di campionamento, in sincronia temporale con le misurazioni effettuate presso le postazioni fisse in prossimità della sorgente.

Attraverso funzioni di trasferimento che individuano correlazioni spaziali e temporali certe fra i livelli sonori misurati nelle postazioni in prossimità della sorgente e i livelli sonori misurati nelle postazioni presso i ricettori, si determinano i livelli di immissione sui ricettori individuati da confrontare con i valori limite normativi.

Per la *valutazione del livello di emissione* sono eseguiti rilievi in ambiente esterno, con misurazioni per integrazione continua o con tecnica di campionamento sull'intero periodo di riferimento, del livello di rumore ambientale e del livello di rumore residuo; al fine della verifica con i valori limite normativi, il rumore immesso dalla sorgente specifica (livello di emissione) in corrispondenza del punto di misura si ottiene come differenza energetica tra il livello di rumore ambientale e il livello di rumore residuo. I punti di misura per valutare i livelli di immissione e di emissione possono coincidere oppure no, potendo, nel caso del livello di emissione, essere individuati non necessariamente presso un ricettore abitativo, ma anche, in generale, presso spazi utilizzati da persone e comunità.

Per la *valutazione del livello differenziale di immissione* si esegue almeno una misura all'interno dell'edificio ricettore del livello di rumore ambientale e del livello di rumore residuo. Il rilievo fonometrico è effettuato con tempi di misura ( $T_M$ ) sufficienti a caratterizzare in maniera adeguata i livelli di rumore ambientale e residuo. Per sorgenti che presentano una tipologia di emissione stabile nel tempo può essere sufficiente l'utilizzo di un  $T_M$  minimo di 5 min; negli altri casi, è cura del tecnico valutare il tempo di misura più idoneo in base alla variabilità temporale dell'emissione della sorgente.

Nel caso non sia possibile effettuare misure di rumore residuo, per l'impossibilità di disattivare la sorgente oggetto di indagine, si fa riferimento alla norma UNI 10855 per stimare l'entità dell'emissione sonora della sorgente in esame e quindi calcolare il livello di rumore residuo come differenza energetica tra il livello di rumore ambientale misurato e il livello di emissione stimato.

Qualora non risulti agevole l'accesso alle abitazioni per le misure in ambiente interno, è possibile stimare il rumore immesso secondo la procedura indicata dalla norma UNI 11143-1. In ogni caso, risulta comunque necessario conoscere il livello acustico in corrispondenza della facciata più esposta del ricettore individuato, valutando gli indici di abbattimento del rumore nelle situazioni a finestre aperte e chiuse mediante le caratteristiche fonoisolanti dei singoli elementi che compongono le pareti secondo le indicazioni della norma UNI 12354-3. In mancanza di stime più precise, la differenza tra il livello di rumore all'interno dell'edificio rispetto a quello in esterno (facciata) può essere stimato mediamente<sup>16</sup>:

- da 5 a 15 dB (mediamente 10 dB) a finestre aperte;
- in 21 dB a finestre chiuse.

Nel caso di un impianti a ciclo continuo esistente, ovvero realizzato e/o autorizzato alla data di entrata in vigore del DM 11/12/1996, oggetto di modifica, la *valutazione del livello differenziale di immissione* è applicata limitatamente alle parti di impianto modificate<sup>17</sup>, mentre per un impianto a ciclo continuo realizzato e/o autorizzato successivamente all'entrata in vigore del DM 11/12/1996, la valutazione del livello differenziale deve essere necessariamente effettuata; l'impossibilità di disattivare la sorgente comporta la necessità di valutare il livello di emissione della sorgente secondo quanto indicato dalla norma UNI 10855 e, quindi, il livello residuo è calcolato come differenza energetica tra il livello di rumore ambientale misurato e il livello di emissione stimato.

I *parametri acustici* rilevati dal monitoraggio sono:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{AFmin}$ ,  $L_{AIm}$ ,  $L_{ASmin}$ , con analisi spettrale in 1/3 d'ottava. Sono acquisiti anche i livelli percentili  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ , al fine di caratterizzare la sorgente sonora esaminata.

L'*elaborazione dei parametri acustici* misurati prevede:

1. eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
2. depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
3. stima dei livelli  $L_{Aeq}$ , nei periodi di riferimento diurno e notturno, effettuata secondo quanto indicato nel DM 16/3/1998;
4. riconoscimento degli eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale;
5. correzione dei livelli  $L_{Aeq}$  con l'applicazione dei fattori correttivi  $K_I$ ,  $K_T$ ,  $K_B$ , come

<sup>16</sup>Cfr. Planning Policy Guidance 24: Planning and Noise, UK Department for Communities and Local Government; NANR116: "Open/closed window research – sound insulation through ventilated domestic windows, The Building Performance centre, Napier University, 2007; "Night noise guidelines for Europe", capp. 1 e 5, WHO Regional Office for Europe, 2009.

<sup>17</sup>Circolare Ministero dell'Ambiente 6 settembre 2004

indicato nell'Allegato A, punto 17 del D.M. 16/03/1998;

6. valutazione dei livelli di immissione, emissione e differenziale;

7. determinazione del valore di incertezza associata alla misura.

In sintesi, i parametri acquisiti/elaborati per un sito di attività industriale sono riportati nella seguente tabella.

PARAMETRI	DATI ACQUISITI ATTRAVERSO		
	POSTAZIONI FISSE	POSTAZIONI MOBILI	MODELLI PREVISIONALI
<i>Informazioni generali</i>			
<b>Ubicazione/Planimetria</b>	☑	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	☑	☑	n.a.
<b>Periodo di misura/Periodo di riferimento</b>	☑	☑	☑
<i>Parametri acustici</i>			
<b><math>L_{Aeq}</math> immissione, diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeq}</math> immissione, notturno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeq}</math> emissione, diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeq}</math> emissione, notturno</b>	☑	☑	☑
<b><math>\Delta</math>* diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>\Delta</math>*notturno</b>	☑	☑	☑
<b>Fattori correttivi (KI, KT, KB)</b>	☑	⊕	≈
<b>Andamenti grafici</b>	☑	⊕	≈
<i>Parametri meteorologici</i>			
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	☑	☑	n.a.
<b>Situazione meteorologica</b>	☑	☑	☑

\*livello differenziale

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

## Prospezioni geofisiche per la ricerca di idrocarburi in mare

Per le attività di prospezione finalizzate alla ricerca di idrocarburi in mare, data la distanza delle attività dalla costa (superiore alle 12 miglia in base alle norme nazionali vigenti), gli impatti acustici sulla popolazione sono generalmente poco significativi, se non trascurabili.

Le prospezioni geofisiche per la ricerca di idrocarburi in mare utilizzano segnali acustici impulsivi molto intensi per la caratterizzazione del fondale e della struttura e composizione del substrato geologico. Per il monitoraggio degli impatti sugli ecosistemi e/o su singole specie, il PMA deve basarsi su:

- dettagliata caratterizzazione dell'area vasta di indagine, con l'obiettivo di localizzare correttamente i punti monitoraggio tenendo conto della sensibilità dell'area e delle specie "target" (zona di riproduzione, migrazione, transito di specie protette/sensibili, ecc.),
- definizione di criteri specifici per il monitoraggio finalizzati a valutare il rispetto degli standard di riferimento dei livelli acustici in ambiente sottomarino presi a riferimento attraverso un' adeguata strumentazione e metodologia di misura standardizzata ed appropriati parametri descrittivi (ad esempio il limite massimo di esposizione, SPL, Sound Pressure Level, espresso in dB re 1  $\mu$ Pa).

In particolare, per il *monitoraggio dell'attività di prospezione geofisica* finalizzato principalmente a proteggere i mammiferi marini e ad attivare tempestive misure di mitigazione, le metodiche attualmente più utilizzate sono rappresentate da:

- *Monitoraggio visivo*, attraverso Marine Mammal Observers (MMO), per mezzo di survey da imbarcazioni e/o aereo;
- *Monitoraggio acustico passivo*, generalmente affiancato a quello visivo, effettuato attraverso un sistema di idrofoni calato nella colonna d'acqua per registrare i suoni emessi da mammiferi marini e quindi rilevarne la presenza.

Entrambe le attività devono essere condotte da professionisti qualificati, esperti nel riconoscimento dei mammiferi marini e dei segnali acustici prodotti da queste specie, responsabili dell'attuazione di opportune misure di mitigazione per proteggere gli animali durante le attività in mare che generano rumore o disturbo. Il ruolo principale di un Marine Mammal Observer è quello di raccogliere dati sulla presenza di cetacei nella zona dei lavori, per tutta la durata degli stessi, con tecniche visive e/o acustiche, e di attuare misure di mitigazione in tempo reale dei potenziali impatti del rumore (o del disturbo in generale) sulle specie presenti.

L'attività di monitoraggio deve riportare necessariamente le seguenti informazioni specifiche:

- data e luogo del survey;
- caratteristiche dell'array di airgun;
- numero e volume di ciascun airgun, numero e tipo di imbarcazioni utilizzate;
- durata del soft start;
- avvistamenti di mammiferi marini;
- procedure messe in atto in caso di avvistamenti;
- problematiche riscontrate durante il survey e/o in caso di avvistamento cetacei.

Per l'individuazione di criteri e valori di esposizione da rumore volti alla tutela dei mammiferi marini, per la mitigazione dell'impatto acustico e per le tecniche di monitoraggio si rimanda ai documenti tecnici ed agli organismi scientifici nazionali ed internazionali riportati in Appendice.

#### **6.5.7. Monitoraggio in corso d'opera**

La *progettazione/programmazione del monitoraggio CO* prevede due tipologie di verifiche:

1. *verifiche acustiche* (monitoraggio del rumore ambientale);
2. *verifiche non acustiche*.

La *progettazione/programmazione delle verifiche acustiche* non può prescindere dalla conoscenza delle attività di cantiere, pertanto è preceduta da un adeguato studio acustico che riporta almeno le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari e loro emissioni acustiche;
- scenari/fasi di lavorazione, con indicazione dei macchinari utilizzati per ogni scenario/fase;
- livelli sonori attesi ai ricettori, per ogni scenario/fase di lavorazione;
- interventi di mitigazione progettati.

Tale studio acustico, per gli elementi di dettaglio che richiede, è elaborato generalmente nella fase di *progettazione esecutiva dei cantieri*.

Il PMA della fase di *progettazione definitiva* può quindi risultare privo di quel necessario grado di dettaglio che permette di indicare in modo puntuale posizione dei punti di monitoraggio, tipologia e frequenze delle misurazioni. Il PMA nella fase di *progettazione definitiva* deve essere quindi realizzato in maniera da rendere flessibile il monitoraggio: frequenza e localizzazione dei campionamenti sono stabiliti sulla base dell'effettiva evoluzione delle attività di cantiere.

Per il monitoraggio del rumore ambientale si deve inoltre tenere conto che il rumore dovuto alle attività di cantiere si compone di diversi contributi:

- rumore prodotto dalle lavorazioni eseguite con macchine da cantiere;
- attività associate (carico/scarico/deposito di materiale);
- sorgenti fisse a supporto delle aree di cantiere e/o associate alle attività del cantiere (gruppi elettrogeni, ecc.);

- rumore da traffico di mezzi pesanti sulle piste di cantiere e/o sulle infrastrutture di trasporto adiacenti alle aree, in ingresso/uscita dalle aree di cantiere.

I *descrittori acustici* per *valutare gli impatti di un'attività di cantiere* sono:

- $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;
- $L_{Aeq}$ , valutato sul tempo di misura  $T_M$ , secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998.

Il *monitoraggio del rumore ambientale* prevede rilevamenti fonometrici in ambiente esterno e in ambiente interno, eseguiti secondo quanto disposto dal DM 16/3/1998 (Allegato B).

Per il monitoraggio del rumore prodotto dai mezzi pesanti sulle piste da cantiere e/o sulle infrastrutture di trasporto adiacenti alle aree, in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, si fa riferimento a quanto già indicato nei paragrafi specifici.

In sintesi, la *progettazione delle verifiche acustiche* prevede la specificazione di:

1. tipologia di misurazioni.
2. metodo di misura per estrapolare il solo rumore derivante dall'attività di cantiere in presenza di altre sorgenti rilevanti (es. strade, ferrovie, ecc.).
3. postazioni di monitoraggio: tipologia di postazione (fissa/mobile), localizzazione del punto di monitoraggio, tipologia di strumentazione, ecc.;
4. parametri monitorati.
5. frequenza delle misurazioni.

Gli obiettivi delle *verifiche acustiche* sono:

1. verificare le situazioni di massimo impatto;
2. valutare l'emissione sonora del solo cantiere.

Il monitoraggio deve garantire che le misure si svolgano durante le lavorazioni più rumorose e che siano effettuate in prossimità dei ricettori più esposti e/o critici (non necessariamente gli stessi ricettori per tutti gli scenari di lavorazione).

La *valutazione dell'emissione sonora del solo cantiere* risulta necessaria per attribuire il superamento/non rispetto del valore limite/valore soglia al solo cantiere e quindi per individuare la conseguente azione correttiva.

La valutazione dell'emissione sonora del solo cantiere comporta lo scorporo dal valore misurato del contributo delle altre sorgenti presenti nel sito di misura (sorgenti interferenti), necessario nei casi in cui :

- le altre sorgenti sono infrastrutture di trasporto e i ricettori più impattati si trovano all'interno delle fasce di pertinenza: per verificare il rispetto dei limiti di zona (DPCM 14/11/97 art 3 comma 2 e 3), il livello di rumore delle infrastrutture di trasporto non deve essere sommato a quello del cantiere;
- è rilasciata un'autorizzazione in deroga ai limiti di legge (come previsto dall'art 6, comma 1, lettera f) della L.Q. n. 447/95): generalmente i limiti massimi prescritti con la deroga si riferiscono solo ai livelli sonori prodotti dall'attività di cantiere.

Le procedure utili per separare il rumore delle attività del cantiere da quello delle altre sorgenti presenti nel sito di misura sono individuate nella norma UNI 10855.

I *parametri acustici* rilevati dall'attività di monitoraggio sono:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{AFmin}$ ,  $L_{Aimin}$ ,  $L_{ASmin}$ , con analisi spettrale in 1/3 d'ottava.

Sono acquisiti anche i livelli percentili  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ , al fine di caratterizzare la sorgente sonora esaminata.

*L'elaborazione dei parametri acustici* misurati prevede:

1. eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
2. depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
3. scorporo dei livelli attribuiti a sorgenti interferenti;
4. stima di  $L_{Aeq}$ , nei periodi di riferimento diurno e notturno, effettuata secondo quanto indicato nel DM 16/3/1998;
5. riconoscimento degli eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale;
6. correzione dei livelli di rumore misurati con l'applicazione dei fattori correttivi  $K_I$ ,  $K_T$  e  $K_B$ , come indicato nell'Allegato A, punto 17 del DM 16/03/1998;
7. determinazione del valore di incertezza associata alla misura.

La *progettazione delle verifiche non acustiche* è relativa agli interventi di carattere procedurale/gestionale ed è finalizzata al rispetto di normative (ad esempio Direttiva 2000/14/CE), procedure, vincoli autorizzativi, operativi definiti in ambito di progettazione (Progetto e SIA).

*La progettazione delle verifiche non acustiche* prevede la specificazione di:

1. Tipologia delle prescrizioni da verificare;

2. Metodo di verifica: sopralluoghi, videoregistrazioni, acquisizione di documenti relativi alle caratteristiche delle macchine, registrazioni di cantiere per determinare il numero di transiti sulla viabilità, indotti dal cantiere, ecc.;
3. Frequenza delle verifiche: da stabilire sulla base della criticità e della variabilità della mitigazione sotto controllo.

#### **6.5.8. Valori limite e valori standard di riferimento**

I *valori limite per la tutela della popolazione*, individuati dalla L. 447/1995 e dai relativi decreti attuativi, sono distinti per tipologia di sorgente e per destinazione urbanistica (classe acustica) del territorio.

Per la determinazione dei *valori limite applicabili ad un'infrastruttura stradale/ferroviaria* sono individuate le fasce di pertinenza dell'infrastruttura di trasporto e la posizione dei ricettori rispetto alle fasce di pertinenza.

Per un'*infrastruttura di trasporto stradale*, i valori limite applicabili sono:

- Per i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza:
  - ✓ Limiti delle fasce di pertinenza (art. 4 e art.5 DPR 142/2004);
  - ✓ Limiti interni agli edifici, per gli interventi diretti sui ricettori (DPR 142/2004, art.6, comma 2);
  - ✓ Livelli di soglia ex art. 4, comma 3, DM 29/11/2000, nelle aree di sovrapposizione tra fasce di pertinenza<sup>18</sup>.
- Per i ricettori all'esterno delle fasce di pertinenza, limiti della zonizzazione acustica:
  - ✓ valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - ✓ limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).

Per un'*infrastruttura di trasporto ferroviario*, i valori limite applicabili sono:

- Per i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza:
  - ✓ Limiti delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura (art.4, comma 3 e art. 5, comma 1 DPR 459/1998);
  - ✓ Limiti interni agli edifici, per gli interventi diretti sui ricettori (art. 4, comma 5 e art.5, comma 3 DPR 459/1998);

---

<sup>18</sup>Per la valutazione dei livelli soglia, fatti salvi i criteri di cui all'.4 del DM 29/11/2000, si richiamano le indicazioni contenute nella nota ISPRA prot. 17900 del 20/05/2010 "Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto".



- ✓ Livelli di soglia ex art. 4, comma 3, DM 29/11/2000, nelle aree di sovrapposizione tra fasce di pertinenza di infrastrutture di trasporto<sup>19</sup>.
- Per i ricettori all'esterno delle fasce di pertinenza, limiti della zonizzazione acustica:
  - ✓ valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - ✓ limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).

Per la determinazione dei *valori limite applicabili ad un'infrastruttura aeroportuale* sono individuate le zone di rispetto (zona A, B, e C) dell'Intorno aeroportuale<sup>20</sup> e la posizione dei ricettori rispetto all'Intorno aeroportuale.

La caratterizzazione acustica dell'Intorno aeroportuale, con la definizione delle zone di rispetto, è di competenza della Commissione aeroportuale (ex art. 5 DM 31/10/1997). Nell'ambito del PMA sono possibili due diversi scenari:

1. Caratterizzazione acustica dell'Intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) approvata dalla Commissione aeroportuale;
2. Caratterizzazione acustica dell'Intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) non approvata dalla Commissione aeroportuale.

Nello scenario 2 le valutazioni possono essere effettuate considerando l'impronta acustica previsionale con l'individuazione delle tre zone di rispetto elaborata nello SIA.

Per un'*infrastruttura aeroportuale*, i valori limite applicabili sono:

- Per i ricettori all'interno dell'Intorno aeroportuale, limiti delle zone di rispetto in  $L_{VA}$  (art. 6 DM 31/10/1997);
- Per i ricettori all'esterno dell'intorno aeroportuale:
  - $L_{VA}$  inferiore al valore di 60 dB(A) (art. 6 DM 31/10/1997).
  - ✓ Limiti della zonizzazione acustica in  $L_{Aeq}$ : valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - ✓ limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).

Per la determinazione dei *valori limite applicabili ai siti di attività industriale e alle attività di cantiere* è individuata la classe di zonizzazione acustica e/o la definizione urbanistica del territorio in cui la sorgente e i ricettori si collocano.

I *valori limiti applicabili ai siti di attività industriale e/o alle attività di cantiere* sono:

---

<sup>19</sup> Per la valutazione dei livelli soglia, fatti salvi i criteri di cui all'.4 del DM 29/11/2000, si richiamano le indicazioni contenute nella nota ISPRA prot. 17900 del 20/05/2010 "Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto".

<sup>20</sup> Caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (art. 6, DM 31/10/1997)

- limiti della zonizzazione acustica:
  - valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).
- valore limite differenziale di immissione (art.4 DPCM 14/11/1997 e DM 11/12/1996 per gli impianti a ciclo continuo);
- per le *attività di cantiere*, i valori soglia/limiti previsti dalle autorizzazioni in deroga rilasciate dai Comuni.

In mancanza dello specifico regolamento che disciplina l'inquinamento acustico avente origine dal traffico marittimo e dai natanti e imbarcazioni di qualsiasi natura, previsto all'art. 1, comma 1, della L. 447/95, si fa riferimento ai valori limite previsti dalla classificazione acustica del territorio (DPCM 14/11/1997 e DPCM 1/3/1991).

La normativa nazionale non individua *valori limite a tutela di ecosistemi e/o singole specie*<sup>21</sup>. Valori standard di riferimento possono essere individuati da studi specialistici per i quali il PMA dovrà specificare la fonte di riferimento.

---

<sup>21</sup> Nell'ambito dell'implementazione della Direttiva 2008/56/CE (Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino - MSFD), recepita con D.Lgs. 13/10/2010 n.190, accanto alla definizione degli indicatori è prevista la determinazione dei valori soglia ad essi associati. Poiché la MSFD considera l'ambiente marino a livello di ecosistema, ovvero gli indicatori sono finalizzati a valutare l'impatto cumulativo delle attività che generano rumore sulla fauna marina, i valori soglia ad essi associati non sono riferibili alle singole sorgenti/attività.

## APPENDICE

### **Norme nazionali**

- *D.P.C.M. 1 marzo 1991.* Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- *Legge 26 ottobre 1995, n. 447.* Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- *DM11 dicembre 1996.* Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo.
- *D.M. 31 ottobre 1997.* Metodologia di misura del rumore aeroportuale.
- *D.P.C.M. 14 novembre 1997.* Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- *D.P.C.M. 5 dicembre 1997.* Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- *D.P.C.M. 31 marzo 1998.* Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della *L. 26 ottobre 1995, n. 447* «Legge quadro sull'inquinamento acustico».
- *D.M. 16 marzo 1998.* Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- *D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459.* Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della *L. 26 ottobre 1995, n. 447*, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.
- *D.M. 20 maggio 1999.* Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico.
- *D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262.* Attuazione della *direttiva 2000/14/CE* concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
- *D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142.* Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'*articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447*.
- *Circolare 6 settembre 2004.* Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- *D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194.* Attuazione della *direttiva 2002/49/CE* relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- *D.Lgs 13 ottobre 2010, n.190.*Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.

### **Norme UNI<sup>22</sup>**

- *UNI ISO 1996-1:2010* Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione
- *UNI ISO 1996-2:2010* Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 2: Determinazione dei livelli di rumore ambientale
- *UNI EN ISO 2922:2001* Acustica - Misurazione del rumore aereo generato da

<sup>22</sup> Nell'elenco sono state inserite le norme UNI citate nel documento e altre utili all'attività pratica di controllo ambientale e di monitoraggio.

- navi per navigazione interna e portuale
- *UNI ISO 9613-1:2006* Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico
  - *UNI ISO 9613-2:2006* Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo
  - *UNI 9884:1997* Acustica. Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale
  - *UNI 10855:1999* Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti
  - *UNI 11022:2003* Acustica - Misurazione dell'efficacia acustica dei sistemi antirumore (insertionloss), per infrastrutture di trasporto, installati in ambiente esterno
  - *UNI 11143-1:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità
  - *UNI 11143-2:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale
  - *UNI 11143-3:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 3: Rumore ferroviario
  - *UNI 11143-5:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali e artigianali)
  - *UNI/TR 11326:2009* Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali
  - *UNI EN 12354-3:2002* Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

### **Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse**

- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante da infrastrutture stradali - (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-il-monitoraggio-del-rumore-derivante-da-infrastrutture-stradali> )
- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-il-monitoraggio-del-rumore-derivante-dai-cantieri-di-grandi-opere> )
- Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-la-progettazione-e-la-gestione-delle-reti-di-monitoraggio-acustico-aeroportuale>)
- Linee guida per il controllo e il monitoraggio acustico ai fini delle verifiche di ottemperanza delle prescrizioni VIA (Parte I – Mitigazioni infrastrutture stradali; Parte II – Mitigazioni infrastrutture ferroviarie; Parte III – Mitigazioni grandi opere) (<http://www.agentifisici.isprambiente.it/documenti/manuali-e-linee-guida.html>)
- Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-la-valutazione-e-il-monitoraggio-dell'impatto-acustico-degli-impianti-eolici>)
- Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne (parte I, parte II, parte III) (<http://www.agentifisici.isprambiente.it/documenti/documentazione-tecnica/category/298-attivita-2-rumore-subacqueo.html>)
- Rapporto tecnico - Valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani (<http://www.agentifisici.isprambiente.it/documentazione-rumore-subacqueo/category/285.html>)
- Impatto acustico unità navali, Badino, Borelli, Gaggero, Rizzuto, Schenone. 6a Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale – Genova 25 ottobre 2013

(<http://www.sportellorumoreambientale.it/Public/pdf/GSAA2013-8.pdf>)

- Centro Interdisciplinare di Bioacustica di Pavia (<http://www-3.unipv.it/cibra/>)
- Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area – ACCOBAMS (<http://accobams.org/>)
- Joint Nature Conservation Committee – JNCC (<http://jncc.defra.gov.uk/>)