

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA DEL TRATTO RIMINI NORD-PEDASO

TRATTO : CATTOLICA - FANO

OPERE COMPENSATIVE COMUNE DI PESARO

NUOVO SVINCOLO DI PESARO SUD

PROGETTO DEFINITIVO

SOMME A DISPOSIZIONE

MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA

Ing. Ferruccio Bucalo
Ord. Ingg. Genova N. 4940

RESPONSABILE UFFICIO MAM

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Michele Parrella
Ord. Ingg. Avellino N. 933

PROJECT ENGINEER

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO				RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:																							
Codice	Commessa	Lotto, Sub- Cod. Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA		Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	—																							
1	1	1	4	3	1	S	P	0	1	P	D	S	D	M	A	M	G	E	0	0	1	0	0	0	0	0	R	M	A	M	0	0	0	1	-	0	SCALA: —



PROJECT MANAGER:

SUPPORTO SPECIALISTICO:

REVISIONE

n.	data
0	MARZO 2019
1	—
2	—
3	—
4	—

REDATTO:

—

VERIFICATO:

—

VISTO DEL COMMITTENTE

autostrade // per l'italia

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Geom. Claudio Cerbarano

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI E IL PERSONALE
STRUTTURALE E DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	5
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE	5
3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO	7
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	7
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI	8
3.2.1. COMPONENTE ATMOSFERA.....	8
3.2.2. COMPONENTE RUMORE.....	10
3.2.3. COMPONENTE VIBRAZIONI	11
3.2.4. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI	12
3.2.5. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	13
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO	13
3.3.1. ATMOSFERA	13
3.3.2. RUMORE.....	19
3.3.3. VIBRAZIONI	22
3.3.4. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI	28
3.3.5. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	33
4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	35
4.1. COMPONENTE ANTROPICA.....	35
4.1.1. ATMOSFERA	35
4.1.2. RUMORE.....	37
4.1.3. VIBRAZIONI	38
4.2. COMPONENTE IDRICA	41
4.2.1. ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI.....	41
4.2.2. ACQUE SOTTERRANEE.....	44
5. ASPETTI ORGANIZZATIVI.....	48
5.1. STRUTTURA OPERATIVA.....	48
5.2. DEFINIZIONI SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	49
5.3. PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ	50

6. SISTEMA INFORMATIVO..... 52

TAVOLE

- Tav. 1: Ubicazione dei siti di monitoraggio

scala 1:5.000

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo alla realizzazione delle opere compensative (con particolare riferimento alla realizzazione dello svincolo nel comune di Pesaro indicati nelle Delibere Regionali n. 735 del 19/06/06) richieste in sede di approvazione dei lavori di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto, comunemente denominata "Adriatica", nel tratto compreso tra gli svincoli di Rimini Nord e Porto S. Elpidio (Decreto direttoriale n. 6839 in data 21.12.06, il Ministero delle Infrastrutture).

Il presente Piano di Monitoraggio è stato predisposto su richiesta della Regione Marche e recepisce le richieste di integrazioni con note DVA n 0011852 del 02.05.2016 e n. 189590 del 07/03/2017.

Il progetto definitivo delle opere compensative del comune di Pesaro è stato suddiviso in sette "sottoprogetti" tutti, in maniera più o meno diretta, legati tra loro e finalizzati a razionalizzare e migliorare l'accessibilità al sistema autostradale e la relazione tra il sistema viario locale e quello a più lunga percorrenza; gli interventi progettati sono:

- Bretella di adduzione Ovest allo svincolo di Pesaro Esistente
- Bretella di Santa veneranda
- Nuova circonvallazione Muraglia
- Potenziamento interquartieri
- Potenziamento urbinare
- Rotatoria di Borgo Santa Maria
- Nuovo svincolo di Pesaro Sud

Degli interventi sopra elencati il solo svincolo di Pesaro Sud fa parte del presente Piano di Monitoraggio Ambientale mentre gli altri interventi sono stati trattati in un PMA specifico.

Scopo fondamentale del Piano è quello di operare un'azione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti della costruzione delle opere autostradali fino alla loro entrata in esercizio, nonché l'efficacia delle opere di mitigazione.

In dettaglio, il Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

- analizzare le condizioni ante operam al fine di comprendere le dinamiche ambientali esistenti;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali e sociali;
- verificare le interferenze ambientali che si possono manifestare per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio estranee ai lavori autostradali;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze in modo da evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti per la qualità ambientale della zona;
- verificare l'efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli eventuali impatti indotti dai lavori autostradali;
- controllare la fase di entrata in esercizio delle opere.

Prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio è inoltre quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso d'opera, ad una eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio, (frequenze di campionamento, parametri da misurare, siti da monitorare, ecc.) a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dell'avanzamento dei lavori autostradali.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1. Descrizione dell'area di intervento

Nell'ambito dell'intervento di ampliamento più esteso richiamato in premessa, che interessa le regioni Emilia Romagna e Marche, la tratta Cattolica – Fano, alla quale sono legate le opere compensative di Pesaro, è interamente compresa all'interno del territorio della Regione Marche interessando la provincia di Pesaro-Urbino ed i comuni di Gabicce Mare, Gradara, Pesaro e Fano. Le opere oggetto della presente trattazione invece ricadono tutte in Comune di Pesaro.

Le Marche costituiscono la parte meridionale più esterna dell'Appennino settentrionale. L'aspetto orografico di questa regione è molto peculiare e diversificato e può suddividersi in tre fasce longitudinali, che da ovest ad est sono:

- fascia pre-appenninica, di modesta estensione, ubicata nell'estrema porzione nord occidentale, da Castel d'Elci a nord fino alla Serra di Burano a sud.
- fascia appenninica propriamente detta, rappresentata essenzialmente da due dorsali montuose pressoché parallele, il cui orientamento è NW-SE a nord e circa N-S a sud, costituendo così, insieme al limitrofo Appennino umbro, la nota forma arcuata dell'Appennino Umbro-Marchigiano
- fascia sub-appenninica, estesa ad oriente fino al litorale Adriatico, essenzialmente collinare, fatta eccezione per la parte pedemontana che da Cingoli si spinge fino ai M.ti della Laga.

2.2. Descrizione generale del progetto stradale

Il Nuovo Svincolo di Pesaro Sud consente assieme allo svincolo esistente di Pesaro di relazionare la viabilità locale alla Autostrada A14.

Rispetto ai collegamenti con la viabilità principale lo svincolo risulta essere parziale, in quanto sono servite solo le relazioni da e per Bari, mentre quelle da e per Bologna rimangono servite esclusivamente dallo svincolo di Pesaro esistente.

Per la realizzazione del Nuovo svincolo di Pesaro Sud si è resa necessaria la progettazione di una variante di tracciato dell'asse autostradale esistente su cui lo svincolo andrà ad insistere: i vincoli orografici particolarmente stringenti lungo il tratto in esame, con la presenza di opere di sostegno di dimensioni rilevanti, non consentono infatti un semplice allargamento della piattaforma per l'inserimento delle corsie specializzate, rendendo quindi necessaria una ricollocazione planimetrica delle carreggiate autostradali. Sono infatti attualmente presenti in carreggiata Nord delle paratie che fungono da muri di controripa a sostegno del versante Nord: per ricavare la corsia di decelerazione senza impattare su tali opere è quindi necessario traslare verso Sud la piattaforma autostradale, in modo da mantenere inalterato il margine attuale della carreggiata Nord per tutto il tratto in cui sono presenti le paratie, dal km 161+330 al km 161+775 circa.

Lo sviluppo planimetrico del tratto entro cui poter collocare la variante sopra descritta è a sua volta strettamente vincolato dalla presenza di due viadotti ad esso adiacenti, ovvero il Viadotto di Santa Veneranda e il Viadotto Colombaraccia. Per tale ragione il tracciato dell'asse autostradale in variante si sviluppa dal km 160+610 al km 162+260 circa, con uno scostamento sensibile dalle carreggiate esistenti nel tratto che va dal km 161+080 al km 162+148, mentre a monte e a valle di queste progressive (proprio a causa della presenza dei viadotti sopra citati) lo scostamento rimane estremamente contenuto, esaurendosi progressivamente per realizzare il raccordo al tracciato autostradale esistente.

Cantierizzazione

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, un'area di cantiere.

L'area, posizionata a sud del piazzale del nuovo svincolo in adiacenza allo stesso, delle dimensioni di circa 10.950 mq, sarà adibita a campo base (2.000 mq), cantiere operativo (5.000 mq), area di deposito temporaneo materiale proveniente dagli scavi (2.350 mq) e area di stoccaggio materiale coltivo proveniente dallo scavo del piano di posa del cantiere stesso (1.600 mq).

All'interno dell'area saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori a meno degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo che dovranno essere reperiti sul territorio.

3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

3.1. Aspetti generali e requisiti del Piano di Monitoraggio

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle prescrizioni contenute nelle richieste di integrazioni con nota DVA n. 0011852 del 02.05.2016, delle Linee Guida emanate dal Ministero dell'Ambiente tenendo conto inoltre delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame, nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto. Si evidenzia inoltre che tale Piano di Monitoraggio è stato sviluppato in continuità con i PMA relativi ai lavori di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A14 approvati dalla Regione Marche e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Tale analisi ha pertanto indotto ad operare delle scelte relative alle componenti ambientali interessate:

- Atmosfera;
- Rumore;
- Vibrazione;
- Ambiente idrico superficiale e sotterraneo;

Il Piano di Monitoraggio è articolato sui settori ambientali individuati e oggetto di monitoraggio nelle fasi **ante operam, corso d'opera e post operam**.

L'esatta localizzazione dei punti di misura potrà subire variazioni durante la fase ante operam in base a richieste degli Enti di Controllo ed alla disponibilità dei proprietari delle aree in cui verranno eseguite le misure.

Il Piano di Monitoraggio è pertanto articolato su tre settori ambientali principali: antropico, idrico e naturale.

Come evidenziato in modo esaustivo nel SIA, le opere viarie in progetto intersecano lungo il loro tracciato diversi corsi d'acqua, con manufatti di attraversamento le cui dimensioni sono generalmente funzione dell'importanza del corso d'acqua attraversato.

Dall'analisi e dallo studio degli interventi in progetto e delle caratteristiche del territorio interessato, è emersa la necessità di effettuare un monitoraggio ambientale per le componenti potenzialmente interessate da alterazioni e impatti causati dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere in progetto. Di seguito si riportano alcune considerazioni sintetiche relative ai vari aspetti ambientali analizzati durante la stesura e definizione del Piano di Monitoraggio Ambientale, considerazioni suddivise per settore ambientale.

Settore Antropico

Dato l'elevato grado di urbanizzazione della zona interessata e il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio, risulta particolarmente sensibile e vulnerabile il settore ambientale più strettamente legato alla sfera antropica, in particolare la qualità dell'aria e il clima acustico. È stata quindi definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

Settore Idrico

Gli interventi previsti quali sistemazioni spondali, guadi provvisori e presenza di cantieri in prossimità di corsi d'acqua, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare attenzione agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali.

All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali.

La scarsa presenza nel progetto di opere in sotterraneo di una certa rilevanza, unitamente al basso rischio di alterazione qualitativa delle acque sotterranee, e alla lontananza dei pozzi censiti nell'ambito del SIA dalle aree di intervento, non ha reso necessario l'inserimento della componente Acque Sotterranee all'interno del PMA. Per poter rispondere però a quanto richiesto dal Ministero dell'Ambiente il PMA è stato integrato con una serie di nuovi siti di misura e pertanto con un monitoraggio piezometrico.

Settore Naturale

Per quanto riguarda gli aspetti naturalistici, stante la localizzazione (adiacenza ad aree urbanizzate e già ricche di infrastrutture) e l'entità delle opere (lunghezza del tracciato in territorio agricolo) non si ritiene significativo l'effetto sugli ecosistemi. Dal punto di vista della ripercussione degli impatti sulla vegetazione, in funzione della qualità e della vulnerabilità di ciascuna tipologia vegetazionale presente nell'area interessata dai lavori, si può ipotizzare un impatto trascurabile. Relativamente agli impatti sulla comunità faunistica è possibile considerare che gli effetti siano di limitata entità. Per quanto precedentemente detto, non è stato approntato un Piano di Monitoraggio relativo al Settore Naturale.

3.2. Componenti ambientali

3.2.1. Componente atmosfera

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi sia durante la realizzazione dell'opera che nella fase di esercizio dell'infrastruttura stradale.

La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza delle attività di cantiere, dell'apertura di cave e depositi, dei lavori di scavo, della movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, rappresenta un problema molto sentito dalle comunità locali per due ordini di considerazioni:

- gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree urbanizzate o coltivate, nelle quali è possibile l'insorgere di problemi sanitari o di danni materiali;
- la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione; si tratta infatti di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri), che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, etc.).

Le campagne di monitoraggio ante operam e in fase di cantierizzazione hanno pertanto l'obiettivo primario di valutare gli incrementi dei livelli di concentrazione delle polveri

aerodisperse in corrispondenza di particolari ricettori, al fine di individuare le possibili criticità e di indirizzare gli interventi di minimizzazione.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di fornire una base di riferimento aggiornata, per quanto riguarda le concentrazioni di fondo delle polveri nelle aree e nei punti in cui le attività di cantiere potranno determinare un significativo impatto.

Le fasi operative, che durante la realizzazione dell'intervento in progetto possono essere particolarmente critiche per l'emissione di polveri, sono le seguenti:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di cantiere;
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarsi di polveri dalle pavimentazioni stradali causato dal transito dei mezzi pesanti, dal risollevarsi di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti e degli impianti di betonaggio.

La caratterizzazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante una serie di rilievi in punti di monitoraggio fisicamente coincidenti con i ricettori interessati dalle attività di cantiere.

Al fine di comporre un quadro conoscitivo dettagliato dei livelli di inquinamento atmosferico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal progetto di monitoraggio è fondamentale definire preliminarmente i criteri utilizzati per la scelta dei punti di misura e individuare i fattori la cui variazione potrebbe causare la necessità di modificare il piano ipotizzato.

Questo problema è particolarmente sentito nelle fasi di corso d'opera, quando è più facile che l'organizzazione dei cantieri e della viabilità annessa sia soggetta a modifiche determinate da esigenze di ottimizzazione delle tipologie e delle fasi di lavorazione.

I punti di monitoraggio destinati a completare il quadro di riferimento ante operam sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai tracciati;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai cantieri principali e secondari;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

I punti di monitoraggio per il corso d'opera sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni in corrispondenza dei tracciati;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai cantieri principali e secondari;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati in fase ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria nelle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, cave, depositi e viabilità di servizio.

I punti di monitoraggio per il post operam sono stati selezionati considerando le caratteristiche di sensibilità del sistema ricevitore prossimo ai tracciati; il monitoraggio sarà ripetuto sui medesimi punti selezionati in fase ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria delle aree interessate dall'attuale esercizio.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio riportata nelle tavole allegate potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito di sopralluoghi da parte degli Enti competenti.

3.2.2. Componente rumore

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Il monitoraggio ante operam ha lo scopo di fornire una esaustiva ed aggiornata base di riferimento dei livelli e delle dinamiche degli indicatori di rumore in un insieme di aree e punti relativi ai tracciati delle viabilità attualmente presenti, alle aree e viabilità di cantiere e ai tracciati delle bretelle di progetto.

I criteri generali per la scelta delle aree e delle sezioni di monitoraggio si basano sull'individuazione di:

- aree attraversate dall' infrastruttura attuale già ora "sofferenti" (nuclei abitati);
- aree di massima interazione opera-ambiente, con particolare attenzione agli effetti sinergici determinati da sorgenti di rumore presenti sul territorio;
- principali centri abitati attraversati da mezzi di cantiere;
- presenza di ricettori particolarmente vulnerabili (scuole, ospedali, ecc.);
- aree attualmente silenziose per le quali può essere prevista una accentuata dinamica negativa degli indicatori.

Nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno le emissioni di rumore di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue), discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue) e puntuale. Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività del corso d'opera sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

- costruzione del tracciato;
- esercizio dei cantieri industriali e dei campi base;
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento ai cantiere
- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito

- esercizio delle aree di deposito.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio riportata nelle tavole allegate potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito di eventuali sopralluoghi e/o di richieste di Enti amministrativamente competenti.

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure, la ripetibilità delle stesse e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche.

L'unificazione delle metodiche di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misure è necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree geografiche e ambienti emissivi.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

3.2.3. Componente vibrazioni

Il monitoraggio delle vibrazioni per l'area interessata dalla realizzazione delle nuove bretelle ha lo scopo di definire i livelli attuali di vibrazione determinati dalle sorgenti in essere, le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di un campione rappresentativo di ricettori e di seguirne l'evoluzione durante la fase di costruzione in prossimità di ricettori particolarmente sensibili.

Queste verifiche riguardano gli effetti di "annoyance" sulla popolazione, gli effetti su edifici e beni storico-monumentali di particolare rilevanza e gli effetti di interferenza con attività produttive ad alta sensibilità.

Il monitoraggio è limitato alle sole strutture residenziale e produttive in quanto si ritiene che l'entità delle vibrazioni prodotte sia dall'autostrada sia dai cantieri sono tali da non provocare danni ad eventuali infrastrutture (oledotti, acquedotti, ecc.) che interferiscono con l'opera oggetto del monitoraggio. Le indicazioni complete delle infrastrutture interferite dall'intervento sono rintracciabili nella documentazione di progetto.

Il monitoraggio ante operam delle vibrazioni ha lo scopo primario di fornire una base di conoscenza dei livelli di vibrazione in un insieme di aree che saranno interessate dalle attività di costruzione dell'infrastruttura stradale.

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

- caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale nelle aree più significative, attualmente non interessate o debolmente interessate da sorgenti di vibrazioni, al fine del confronto ante operam/corso d'opera
- caratterizzazione dei livelli ante operam in corrispondenza di punti particolarmente sensibili o prossimi a sorgenti di emissione già operanti (rilevanze architettoniche, storiche, culturali, ricettori prossimi a viadotti dotati di giunti, etc.), al fine del confronto ante operam/corso d'opera.

Il monitoraggio ante operam ha inoltre lo scopo di acquisire le informazioni di base sui ricettori potenzialmente esposti alle vibrazioni e di caratterizzare la vulnerabilità dei manufatti: gli

edifici verranno tipizzati ai sensi della UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" che richiede l'identificazione della categoria di struttura, della classe di fondazione e, infine, del tipo di terreno.

Il monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera ha tre finalità:

- documentare la variazione dei livelli di vibrazione rispetto all'ante operam
- verificare il rispetto dei limiti normativi
- svolgere una azione preventiva e di controllo nei casi di superamento degli standard.

Nelle fasi di realizzazione, i fronti di avanzamento lungo i tracciati delle bretelle ospitano generalmente le sorgenti di vibrazioni più significative. Infatti in tale fase le lavorazioni che arrecheranno maggiori disagi saranno legate all'infissione dei micropali e alla compattazione dei rilevati con rulli vibranti.

Anche i cantieri fissi principali e secondari sono aree con presenza di sorgenti di vibrazioni significative.

La movimentazione dei materiali di approvvigionamento o di risulta lungo la viabilità di cantiere comporta una emissione di vibrazioni che può risultare significativa solo se localizzata in corrispondenza di edifici residenziali ad elevata densità abitativa.

Le principali emissioni di vibrazioni derivanti dalle attività di cantiere sono attribuibili alle seguenti fasi:

- scavi;
- formazione dei rilevati (vibrocompattatori);
- scavo dei pali di fondazione (sistemi a scalpello o a percussione): pali di grande diametro e micropali.

Il progetto di monitoraggio identifica le aree problematiche e i punti di massima esposizione potenziale, fermo restando che le indagini in merito alle specifiche fasi di attività che verranno monitorate dovranno essere svolte preventivamente ai momenti di massimo utilizzo di macchine ed attrezzature, al fine di poter fornire elementi utili alla prevenzione dell'annoyance o del danno.

Le vibrazioni da traffico autoveicolare non determinano situazioni di particolare criticità se lo strato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità.

Pertanto in fase post operam non sono previste attività di monitoraggio.

3.2.4. Componente acque superficiali

Dal punto di vista dell'idrografia superficiale, l'area interessata dalla realizzazione dello svincolo è caratterizzata dalla presenza di alcuni corsi d'acqua, coinvolti direttamente o indirettamente dall'opera in progetto .

Durante le lavorazioni, i corsi d'acqua e le aree perfluviali possono essere interessate dalla realizzazione di cantieri, piste di cantiere e viabilità di servizio necessarie all'esecuzione degli interventi di progetto.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale per il settore delle acque superficiali ha quindi lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo del reticolo idrografico, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dalle opere autostradali in fase di realizzazione e di esercizio.

La rete dei punti di controllo è stata definita sulla base del progetto, considerato nella sua globalità (tracciato e opere d'arte, aree di cantiere e campi base, viabilità di servizio,

sistemazioni idrauliche e idrogeologiche, aree di deposito) e sulla base dell'inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque, tenendo conto degli effetti potenzialmente verificabili sul comparto idrico superficiale.

Le alterazioni potenzialmente attuabili sul sistema idrografico nel corso dei lavori sono riferibili a tre categorie di effetti:

- modificazione delle condizioni di deflusso (livelli, velocità, assetto dell'alveo), prodotte dall'inserimento di opere in alveo definitive o provvisorie;
- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell'acqua provocate dall'attività costruttive, e/o dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni e dagli insediamenti civili di cantiere;
- modificazioni delle caratteristiche di qualità dell'ambiente fluviale complessivo, a seguito di alterazioni dell'habitat nei comparti idraulico, morfologico, chimico-fisico, biologico, vegetazionale (provocate da attività antropiche quali lavorazioni in alveo con mezzi meccanici, scarico di materiali in alveo ecc).

Inoltre le eventuali alterazioni e impatti possono avere rilevanza a scala locale, in prossimità di una lavorazione puntuale, o a scala più ampia, a causa della propagazione verso valle di eventuali contaminazioni, o semplicemente a causa della continuità territoriale del reticolo idrografico. I punti di controllo verranno quindi posizionati in modo da:

- monitorare i corpi idrici a monte e a valle dell'interferenza;
- monitorare gli effetti verso valle delle eventuali contaminazioni;

Il Piano di Monitoraggio riguarderà i corsi d'acqua della rete idrografica superficiale principale interagenti con l'opera in progetto, secondo un'impostazione di indagini per campagne.

3.2.5. Componente acque sotterranee

Secondo quanto richiesto dal ministero dell'Ambiente con nota DVA 13815 DEL 20.05.2016 relativa al Piano di Utilizzo Terre il PMA è stato integrato con un monitoraggio piezometrico. Si riporta quanto prescritto dal Ministero:

“Poiché dalla documentazione prodotta è verosimile ipotizzare che l'acquifero è caratterizzato da un'elevata vulnerabilità è necessario definire in questa fase le modalità di controllo nelle aree di lavorazione dei livelli piezometrici e qualità delle acque di falda nonché del relativo campionamento, identificando planimetricamente i punti di campionamento in cui sono installati i piezometri ed in cui si prevede di installarne ulteriori ed i set analitici a cui dovranno essere sottoposti i campioni di acqua”.

3.3. Metodiche di rilevamento

3.3.1. Atmosfera

Il Piano di monitoraggio utilizza una serie di metodiche standardizzate, in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed un'adeguata ripetibilità, queste metodiche sono:

- Metodica A1: misura della qualità dell'aria per 15 giorni con mezzo mobile strumentato;
- Metodica A2: misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;

METODICA A1 – Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada, dei cantieri e delle viabilità di cantiere.

Le campagne di misura della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato (Metodica A1) vengono definite attraverso delle procedure di misura che permettono di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Installazione ed allestimento del mezzo mobile
- Posizionamento dei sensori
- Calibrazione e taratura della strumentazione
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati
- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

Dopo aver effettuato i sopralluoghi sui siti di misura si procederà all'allestimento ed installazione del mezzo mobile che dovrà disporre di un sistema di acquisizione e validazione dei dati e di un sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (O₃), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), frazione respirabile delle particelle sospese (PM₁₀ e PM_{2.5}), benzene (C₆H₆), BaP (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94, del D. Lgs. 152 del 3.08.07 e dal D. Lgs. 155/2010).

Il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali.

La strumentazione utilizzata sarà certificata in conformità a quanto previsto dal D.M. 60/2002, dal D. Lgs. 152/2007 e dal D. Lgs. 155/2010.

Inoltre nel corso della misura degli inquinanti da traffico saranno rilevati anche i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, precipitazioni, radiazione solare globale, pressione atmosferica, umidità relativa).

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione/bollettino di riferimento.

I parametri monitorati sono riportati nella Tabella 1, nella quale per ogni inquinante viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati. Su tutti i parametri dovranno essere comunque svolte le elaborazioni statistiche classiche ossia, massimo, minimo e deviazione standard effettuate sui valori rilevati secondo il tempo di campionamento indicato in tabella.

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / Media oraria

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

NO, NO ₂	1h	µg/m ³	media su 1 h
NO _x	1h	µg/m ³	media su 1 h
PM10	24 h	µg/m ³	media annuale su 24 h ⁽¹⁾
PM2.5	24 h	µg/m ³	media annuale su 24 h ⁽¹⁾
C ₆ H ₆	1 h	µg/m ³	media annuale su 24 h ⁽¹⁾
O ₃	1 h	µg/m ³	media annuale su 1 h

⁽¹⁾ Verrà eseguita sulle misure acquisite

Tabella 1 - Inquinanti da monitorare

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (ad esempio in una campagna di 15 giorni per le PM10, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

Per quanto concerne i percentili k-esimi si procederà nel seguente modo:

dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile C_k il valore di concentrazione che occupa il (k*N/100)esimo posto nella sequenza. C_k coincide con la concentrazione C_i che soddisfa le seguenti due condizioni:

- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C_{i-1} risulta minore di (k*N/100)
- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C_i risulta maggiore o uguale a (k*N/100).

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri chimici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente)
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella Tabella 2, nella quale per ogni parametro viene indicata l'unità di misura.

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s

Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m2
Precipitazioni	mm

Tabella 2 - Parametri metereologici da monitorare

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri meteorologici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente)
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (come nel caso delle misure chimiche) la stessa verrà prolungata di un periodo tale da raggiungerla.

Nel corso della campagna di misura e della elaborazione dei dati, sarà predisposta la seguente documentazione:

- schede di presentazione delle misure effettuate
- un elaborato che riporti le seguenti informazioni:
- le conclusioni delle attività di monitoraggio (interpretazioni e valutazioni)
- risultati sintetici con l'ausilio di tabelle e grafici
- sintesi sulle metodiche adottate
- strumentazione utilizzata
- eventuali modifiche apportate alle attività di misura e motivazione.

Inoltre per ciascun punto di misura dovranno essere forniti:

- tutti i risultati della fase di analisi sia in termini numerici che grafici
- la serie completa dei dati in formato digitale

Metodica A2 – Rilievo delle Polveri Sottili (PM10) con campionatore sequenziale

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri sottili prodotte in prossimità delle aree di cantiere.

Le campagne di misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni (metodica A2) vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal D.lgs. n. 155 del 13/08/2010 e dalle altre normative di settore.

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi. E' in genere auspicabile l'impiego di pompe di captazione dotate di sistemi automatici di campionamento e sostituzione sequenziale dei supporti senza l'ausilio dell'operatore. In questo caso, le operazioni di carico e scarico dei supporti, descritte nel seguito per il singolo supporto, saranno applicate ai 15 supporti necessari per l'intera campagna. La pompa dovrà inoltre essere dotata di sistema automatico di controllo della portata di campionamento, in modo da ripristinare automaticamente ogni variazione rispetto al valore impostato all'inizio della misurazione.

La strumentazione per la misura delle polveri aerodisperse è prescritta dalle leggi nazionali precedentemente citate e consiste in:

- Filtri a membrana: sono dei filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa:
- Supporto per filtrazione: il filtro è sostenuto durante tutto il periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata da un apposito supporto costruito in materiale metallico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate. Le dimensioni prescritte per il supporto sono indicate nel D.Lgs 155/10. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafilamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie di filtrazione non deve essere inferiore a 36 mm.
- Pompa aspirante: l'aspirazione dei campioni d'aria viene svolta per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata.
- Misuratore volumetrico: la misurazione del campione d'aria prelevato viene eseguita mediante contatori volumetrici, con possibilità di totalizzazione.
- Bilancia analitica con sensibilità di 0.001 mg.
- Generatore elettrico: nei casi in cui l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della pompa aspirante non possa essere prelevata dalla rete elettrica.
- Sistema di sostituzione dei filtri, indispensabile per rendere automatico il campionamento.

I filtri a membrana vengono forniti etichettati, pesati e pronti per l'uso da un laboratorio accreditato SINAL "Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori".

La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

- Si contrassegna sul margine ogni filtro avendo cura di non oltrepassare di 5 mm il bordo esterno.
- I filtri contrassegnati vengono condizionati prima di effettuare le pesate (precampionamento) a temperatura di 20 °C per un tempo di condizionamento non inferiore alle 48 ore ed umidità relativa pari al 50 ± 5%.

- I filtri così condizionati vengono pesati con bilancia analitica di sensibilità 0.001 mg e conservati negli appositi contenitori etichettati.

La portata della pompa aspirante viene regolata per mezzo di flussimetro ai valori pari a 38,3 l/min. Il misuratore volumetrico è tarato dalla casa costruttrice nell'ambito delle portate di prelevamento in modo che l'errore di misura non superi il 2 %.

Le fasi successive al campionamento consistenti nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica condizionamento da laboratorio vengono svolte dallo stesso laboratorio certificato che fornisce i filtri a membrana.

Prima dell'uscita in campagna l'operatore deve richiedere al laboratorio certificato la fornitura di un numero di filtri a membrana di circa il 20% eccedente rispetto al numero minimo richiesto di punti di misura (al fine di avere sufficienti margini di sicurezza in caso di danneggiamento accidentale) e controllare la strumentazione.

La sequenza delle operazioni svolte dagli operatori in corrispondenza del punto di misura sono:

- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam o corso d'opera).
- Installazione del cavalletto di supporto in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia.
- Installazione della linea di prelievo nel seguente ordine: supporto di filtrazione, tubo di mandata, cella di deumidificazione al gel di silice, tubo di mandata, pompa aspirante con regolatore di portata e regolatore volumetrico. Il supporto di filtrazione deve venire a trovarsi a circa 1.2÷2.0 m di altezza piano campagna.
- Si collocano i filtri tarati sugli appositi supporti di filtrazione utilizzando una pinzetta e si blocca quindi la ghiera di fissaggio.
- Allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica o, in caso di indisponibilità di utenze elettriche, al gruppo elettrogeno. In questo ultimo caso è necessario che il gruppo elettrogeno operi sopravento ad una distanza di non effetto rispetto alla pompa di prelievo (non inferiore a 25 m) e, quando possibile, deve essere disposto in posizione schermata.
- Accensione della pompa e regolazione della portata fino ad un valore pari a 38,3 l/min.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di inizio esposizione della membrana (volume iniziale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione iniziale.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa di captazione si verificasse la necessità di rigenerare il gel di silice è necessario procedere nel seguente modo: spegnere la pompa di captazione, staccare i tubi di mandata dell'aria provenienti dalla testa di captazione e dalla pompa, svitare il coperchio della unità di deumidificazione dell'aria, svuotare il gel di silice esausto (colore rosa) in apposito contenitore, riempire l'unità di deumidificazione con gel di silice rigenerato (colore blu), avvitare il coperchio, riposizionare i tubi di mandata e avviare la pompa di captazione. Il tempo complessivo di esecuzione di queste operazioni è di pochi minuti e non è pertanto necessario prolungare oltre le 24 ore il tempo di prelievo della pompa.

- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa aspirante si verificasse una riduzione dei valori di portata al di sotto di 38,3 l/min, si deve procedere a regolare di nuovo la portata al valore iniziale o, qualora ciò non fosse tecnicamente possibile, a effettuare il prelievo in due o al massimo tre periodi consecutivi.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di fine esposizione della membrana (volume finale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione finale e delle eventuali anomalie riscontrate.

Termine delle operazioni di misura e consegna della membrana al laboratorio chimico certificato per le determinazioni analitiche.

3.3.2. Rumore

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere.

Metodica R3 Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare.

Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori.

In linea di massima per la scelta delle tecniche di monitoraggio sono stati utilizzati i criteri illustrati nel seguito.

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree interessate dal futuro esercizio, sono state ipotizzate misure con metodica tipo R3

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree dei cantieri principali e secondari, dei fronti di avanzamento cantierizzati per la realizzazione dei nuovi tracciati o per l'ampliamento di quelli attuali, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi, sono state ipotizzate misure con metodiche tipo R2.

Per le postazioni corso d'opera è stata ipotizzata la ripetizione delle misure negli stessi punti e con le stesse metodiche previste per le postazioni ante operam delle aree dei cantieri principali e secondari, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi.

Per le postazioni post operam è stata ipotizzata l'esecuzione di misure settimanali (metodica R3) per le postazioni interessate dal futuro esercizio.

Per la scelta del periodo di monitoraggio valgono le prescrizioni della buona pratica ingegneristica, unitamente alle raccomandazioni contenute nelle norme UNI ed ISO di settore e nel Decreto sulle modalità di misura del rumore.

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (Leq, SEL, Lmax, Ln, composizione spettrale...) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

Tale caratterizzazione, ottenuta con strumentazione conforme alle prescrizioni contenute nelle direttive comunitarie/leggi nazionali o fornite in sede di regolamentazione tecnica delle misure del rumore, deve riguardare le condizioni di esercizio o di funzionamento in cui può normalmente operare la sorgente o il mix di sorgenti di emissione presenti nell'area.

Considerando la necessità di confrontarsi con il DPCM 14.11.1997 deve essere assunto come indicatore primario il livello equivalente continuo diurno e notturno e, come indicatori secondari, una serie di descrittori del clima acustico in grado di permettere una migliore interpretazione dei fenomeni osservati.

Le stazioni di monitoraggio devono permettere l'acquisizione del decorso storico dei parametri generali di interesse acustico necessari per l'interpretazione e la validazione dei dati: livello massimo, livello equivalente, distribuzione dei livelli statistici, livello minimo. Inoltre, se esistono elementi indiziali sulla presenza di componenti tonali o impulsive, come nel caso di rumori emessi da macchine o attività di cantiere, è necessario acquisire in tempo reale il decorso storico degli indicatori e la distribuzione spettrale in terzi di ottava.

R2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A L_{Aeq} , 1min
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (L_{AImax} , L_{AFmax} , L_{ASmax})
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive...) ed essere rappresentato in forma grafica.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

In presenza di componenti impulsive è necessario integrare le schede con la documentazione del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

R3 – misure di 7 giorni con postazione fissa

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,1min}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (L_{AImax} , L_{AFmax} , L_{ASmax})
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.
- I livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Si precisa che le misure saranno eseguite in conformità a quanto previsto dal DM 16-3-98, e che pertanto, qualora nell' intervallo settimanale alcune misurazioni non risultassero utilizzabili (causa fattori meteo climatici ecc.), le stesse saranno prolungate fino all'acquisizione di dati relativi a 7 giornate "valide";

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti) ed essere rappresentato in forma grafica.

R4 bis – verifica degli interventi diretti sul ricettore in ambiente abitativo

La metodica di monitoraggio ha come finalità la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori. La misura è da compiersi in ambiente abitativo all'interno del periodo di riferimento diurno (6÷22h) e/o notturno (22÷6h). I rilevamenti devono essere compiuti solo a finestre a chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s.

Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FC in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 20 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A Laeq,1s
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI_{max}, LAF_{max}, LAS_{max})
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti) ed essere rappresentato in forma grafica.

3.3.3. Vibrazioni

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti.

Metodica V1 Misure di breve periodo finalizzate al disturbo;

Metodica V2 Misure di breve periodo finalizzate al danno.

In linea di massima per la scelta delle tecniche di monitoraggio sono stati utilizzati i criteri illustrati nel seguito.

- Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree interessate dalle attività di corso d'opera, sono state ipotizzate misure con metodica tipo V1.
- Per le postazioni di corso d'opera sono state ipotizzate misure sugli stessi punti dell'ante operam, con metodiche tipo V1,V2.

- Per le postazioni post operam relative ai ricettori più significativi sono state ipotizzate misure sugli stessi punti ante operam riferiti all'esercizio con metodica tipo V1.

V1 – valutazione del disturbo negli edifici

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'accelerazione efficace complessiva ponderata secondo la norma UNI 9614 nel dominio di frequenza 1÷80 Hz.

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni (continue od intermittenti) immesse negli edifici ad opera di sorgenti di eccitazione, al fine di valutare il disturbo per le persone residenti. La valutazione, ai sensi delle norme UNI 9614 ed ISO 2631-2, si effettua nel luogo, nel momento e nelle condizioni in cui solitamente si manifesta il disturbo. Le suddette procedure non si applicano per la valutazione delle vibrazioni considerate come possibile causa di danni strutturali o architettonici agli edifici.

Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. E' prevista almeno una verifica in un locale del primo e dell'ultimo solaio abitati dell'edificio prescelto. Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al pavimento, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete del locale più vicina alla sorgente eccitante.

Misurazione delle vibrazioni residue

Prima della misurazione del fenomeno vibratorio oggetto dell'indagine è da eseguirsi la misura delle vibrazioni residue. Esse sono costituite dalla somma di tutti i segnali di qualunque origine con l'eccezione del segnale dovuto alla sorgente esaminata. I parametri di misura sono conformi a quelli riportati al punto successivo.

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

I rilievi sono effettuati nei locali in assenza degli occupanti al fine di minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. L'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore.

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione (stazionarie, transitorie, impulsive) e di selezionare la metodologia di misura più idonea (diretta o indiretta).

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo, comunque non inferiore a 60 secondi. Adottando la metodologia diretta i rilievi dovranno essere effettuati in LINEARE, filtri di 1/3 di ottava, costante di integrazione SLOW e scansione temporale di 1 secondo.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9614), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore o sul DAT. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.

Operazioni di analisi (vibrazioni stazionarie o transitorie)

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

Al termine dell'acquisizione il segnale è registrato all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura.

Nel caso di monitoraggio indiretto, le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione.

Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Mascheramento

Visualizzazione del parametro "accelerazione vs time", identificazione dell'evento (solo nel caso di vibrazioni transitorie) e mascheramento degli istanti esterni al dominio temporale in cui si verifica la vibrazione.

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante filtri di ponderazione conformi alla norma UNI 9614, tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (livello equivalente per le vibrazioni transitorie).

Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza ed il livello di accelerazione residua. Eventuale calcolo del livello di accelerazione complessiva corretta ai sensi della norma UNI 9614 e verifica della significatività della misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il livello complessivo ponderato delle vibrazioni misurate e quelle residue è inferiore a 6 dB.

Valutazione del disturbo

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (eventualmente corretta) ed i livelli di accelerazione limite riportati nei Prospetti II e III in Appendice alla norma UNI 9614. Formulazione di un giudizio sulla tollerabilità del disturbo sulla base della differenza tra tali livelli nonché sulla durata e la frequenza del fenomeno.

Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, è trasferito all'analizzatore per essere filtrato. Questo avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore. Le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione.

La sequenza delle operazioni di analisi da seguire è la seguente:

Filtraggio FFT

Il segnale viene analizzato in lineare con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze 1÷10.000 Hz. La risoluzione in frequenza RF è funzione della frequenza massima di analisi (B = 2.5÷10 KHz), del numero di righe selezionato (N = 100÷800) e del fattore di zoom (ZF = 1÷512). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

$$RF = B / (ZF \cdot N) \quad [Hz]$$

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato e dal dominio di frequenza esaminato. Tale parametro deve comunque essere inferiore all'intervallo temporale che rappresenta un significativo cambiamento delle caratteristiche spettrali.

Al fine di restringere l'analisi in un dominio di frequenza e di tempo congruo ai sensi della norma UNI 9614, è consigliabile adottare i seguenti parametri di analisi:

- Frequenza massima (Base-band) : B = 2.5 KHz
- Numero di righe : N = 400
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) : ZF = 2÷16
- Finestra temporale : Hanning

L'analizzatore deve consentire di visualizzare e registrare lo spettro massimo di accelerazione occorso durante la misura (modalità MX SPEC) come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, il record di misura è quindi trasferito da analizzatore a PC e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante i filtri di ponderazione indicati dalla norma UNI 9614 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione di picco ponderata in frequenza.

Valutazione del disturbo

Determinazione del valore efficace di accelerazione (corrispondente al valore di accelerazione di picco FFT, essendo l'analizzatore calibrato in r.m.s.). Quantificazione del numero N di impulsi giornalieri e determinazione del valore limite ai sensi della norma UNI 9614 (Punto A.3 e Prospetto V dell'appendice della norma). Confronto tra il valore di accelerazione efficace complessiva ponderata in frequenza ed il valore di accelerazione limite. Formulazione di un giudizio sulla tollerabilità del disturbo sulla base della differenza tra tali livelli nonché sulla durata e la frequenza del fenomeno.

V2 – valutazione del danno agli edifici

La metodica di monitoraggio ha come finalità dell'indagine la determinazione della velocità di picco secondo la norma UNI 9916 nel dominio di frequenza 1÷100 Hz; tale parametro è ricavato per integrazione semplice dell'accelerazione di picco lineare nel dominio suddetto. Solo per sorgenti vibrazionali come le esplosioni il dominio di frequenze viene esteso fino a 300 Hz

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni indotte negli edifici da sorgenti di eccitazione allo scopo di permetterne la valutazione degli effetti con riferimento alla risposta strutturale ed integrità architettonica degli edifici stessi. La valutazione, effettuata ai sensi della norma UNI 9916, è necessaria ogniqualvolta si è in presenza di livelli di vibrazione superiori alla soglia di disturbo umano (vedere procedure V1). Le suddette procedure non si applicano per la valutazione degli effetti di disturbo sull'uomo.

Le operazioni di monitoraggio avvengono in corrispondenza di edifici. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi presso le zone degli edifici nelle quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. E' prevista almeno una verifica alla base ed all'ultimo solaio delle costruzioni. Nel caso di assenza di fondazioni la verifica deve essere effettuata alla base del muro di sostegno esterno. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al terreno, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete dell'edificio prossima alla sorgente di vibrazione.

Misurazione delle vibrazioni residue

Prima della misurazione del fenomeno vibratorio oggetto dell'indagine è da eseguirsi la misura delle vibrazioni residue. Esse sono costituite dalla somma di tutti i segnali di qualunque origine con l'eccezione del segnale dovuto alla sorgente esaminata. I parametri di misura sono conformi a quelli riportati al punto successivo.

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

I rilievi sono effettuati in modo tale da minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. L'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore o sul DAT.

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione, la variazione temporale del fenomeno e di selezionare la metodologia di misura più idonea.

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo. Adottando la metodologia diretta il segnale viene filtrato linearmente con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze 1÷10.000 Hz. La risoluzione in frequenza RF è funzione della frequenza massima di analisi (B = 2.5÷10 KHz), del numero di righe selezionato (N = 100÷800) e del fattore di zoom (ZF = 1÷512). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

$$RF = B / (ZF \cdot N) \quad [Hz]$$

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato nonché del dominio di frequenza considerato. Tale parametro deve

comunque essere inferiore all'intervallo temporale che rappresenta un significativo cambiamento delle caratteristiche spettrali.

Al fine di restringere l'analisi in un dominio di frequenza e di tempo congruo ai sensi della norma UNI 9916, è consigliabile adottare i seguenti parametri di analisi:

- Frequenza massima (Base-band) : B = 2.5 KHz
- Numero di righe : N = 400
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) : ZF = 2÷16
- Finestra temporale : Hanning

L'analizzatore deve consentire di visualizzare e registrare lo spettro massimo di accelerazione occorso durante la misura (modalità MX SPEC) come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9916), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.

Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

Al termine dell'acquisizione il segnale è registrato all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura.

Nel caso di monitoraggio indiretto, le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello di accelerazione misurato è pari a $143 \pm 0,3$ dB (errore di $\pm 3\%$). In caso contrario, agendo sull'analizzatore, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Filtraggio

Filtraggio del segnale mediante filtri passa alto e passa basso conformi alla norma UNI 9916 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷100 Hz. Integrazione semplice del valore di accelerazione di picco al fine di ricavarne la relativa velocità.

Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il valore di velocità dovuto alla sorgente in esame ed il valore di velocità residua. Eventuale correzione del valore di velocità e verifica della significatività della misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il valore delle vibrazioni misurate è inferiore al doppio del valore delle vibrazioni residue.

Valutazione del rischio

In base alla categoria del ricettore (Norma DIN 4150/3, categorie 1,2,3) ed alla postazione di misura (fondazioni, pavimento), confronto tra il valore della velocità di picco ed i limiti riportati nel Prospetto IV dell'Appendice B della norma UNI 9916. Formulazione di un giudizio sull'entità di rischio in base alla differenza tra tali livelli e sulla frequenza del fenomeno.

3.3.4. Componente acque superficiali

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dalla costruzione in progetto, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nei paragrafi seguenti.

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata, livelli idrometrici e misure di trasporto solido in sospensione;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;
- Indagini biologiche e dei parametri fisiografici-ambientali.

Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche; verranno rilevati i seguenti parametri:

- Portata

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in relazione sia al quadro di riferimento del regime idrologico del corso d'acqua, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono

nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure potranno essere eseguite sia utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità, sia con strumentazione doppler (correntometro doppler). Secondo il principio di Doppler quando una sorgente sonora si muove rispetto ad un ricevente fermo, avviene uno spostamento della frequenza sonora fra trasmittente e ricevente. Il correntometro usa il principio Doppler, misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle della sostanza in sospensione. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde, regolarizzando il più possibile le condizioni di flusso, attrezzando le sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno per quanto possibile mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

Il calcolo della portata e dell'errore relativo viene eseguito applicando il principio "velocità x area" con il metodo della doppia integrazione conforme alle indicazioni della Norma ISO sotto riportata.

* ISO 748-1997 *Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Méthodes d'exploration du champ des vitesses.*

Si elencano di seguito i passi seguiti per l'elaborazione.

- Calcolo dei valori puntuali di velocità a partire dai dati di misura, in base alle curve di taratura dei mulinelli.
- Calcolo delle coordinate batimetriche della sezione e della posizione dei punti di misura delle velocità.
- Integrazione dei profili di velocità e calcolo delle velocità medie sulle verticali di misura.
- Definizione della curva delle portate specifiche (velocità medie x altezze).
- Integrazione della curva precedente e calcolo delle portate parziali relative alle singole verticali e della portata complessiva.
- Calcolo dei parametri caratteristici della misura (dati geometrici, velocità media e max., ecc.).
- Confronto dei dati della misura con i valori di riferimento indicati dalla Normativa ISO ed esecuzione di test di controllo della qualità della misura.

Indagini qualitative

Le procedure di campionamento ed analisi da applicare per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e batteriologici faranno integralmente riferimento alla normativa tecnica sotto indicata.

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);

ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);

ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);

ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preesistente l'inizio dei lavori ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità elettrica
- Ossigeno disciolto
- Solidi Sospesi Totali

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erodibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

Parametri chimici e microbiologici acque

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da traffico veicolare, fra cui i metalli pesanti e parametri maggiormente legati ad eventuali impatti con le lavorazioni, come attività di macchine operatrici di cantiere, sversamenti e scarichi accidentali, lavaggio di cisterne e automezzi, getti e opere in calcestruzzo, dilavamento di piazzali, presenza di campi e cantieri. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Idrocarburi totali
- Piombo

- Nichel
- Zinco
- Ferro
- Rame
- Cadmio
- Cromo totale
- Mercurio
- C.O.D.
- Solfati
- Cloruri
- Escherichia Coli

Il C.O.D. esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali. I cloruri sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione anche nei cantieri, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCl) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno. Cromo, Nichel, Zinco, sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare; il cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare. La presenza di Escherichia Coli è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

Indagini biologiche e dei parametri fisiografici-ambientali

Per quanto riguarda i parametri biologici, le popolazioni ittiche e di macroinvertebrati bentonici sono condizionate dagli ambienti fisici che le ospitano, le cui variazioni in termini morfologico-idraulici e fisico-chimici producono alterazioni nelle caratteristiche della distribuzione tipologica e quantitativa delle specie e, conseguentemente, modificazioni degli indicatori biologici. Le lavorazioni autostradali possono inoltre provocare modifiche ed alterazioni alla vegetazione perfluviale e alle caratteristiche morfologiche e conseguente perdita o diminuzione della salute ecologica dei corsi d'acqua. Tramite la determinazione di questi parametri si avrà quindi la possibilità di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua e l'effetto di alterazioni ed inquinamenti delle acque sulle popolazioni di microrganismi. Vengono determinati i seguenti indici:

- Metodo MacrOper
- Indice di Funzionale Fluviale (I.F.F.)

Il nuovo Metodo MacrOper, basato sul calcolo dell'indice Star_ICMi, si basa su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale raccolta, che deve essere effettuata con un retino Surber (un particolare tipo di retino che consente che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note) per habitat con profondità inferiori a 0.5m oppure con un retino immanicato nel caso di habitat caratterizzati da profondità maggiori di 0,5m, deve essere proporzionale

all'estensione relativa dei diversi habitat osservati in un sito fluviale. La presenza degli habitat nel sito di campionamento oggetto d'indagine deve essere stimata prima di procedere al campionamento stesso. I macroinvertebrati bentonici sono caratterizzati da una limitata mobilità, da un lungo ciclo vitale, dalla presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione e da molteplici ruoli nella catena trofica. Inoltre la relativa facilità di campionamento e di identificazione di questi organismi, e la loro ampia diffusione nei corsi d'acqua, rendono i macroinvertebrati bentonici particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi. La maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici è soggetta a cicli vitali stagionali; pertanto, per poter correttamente definire la composizione tassonomica di un sito, le abbondanze degli individui e la diversità, le stagioni di campionamento devono essere chiaramente stabilite (si ricorda tuttavia che la stagione di campionamento più adatta è soprattutto legata al tipo fluviale in esame). Va evitato il campionamento in una o più delle seguenti situazioni: durante o subito dopo eventi di piena; - durante o subito dopo periodi di secca estrema; per impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (ad esempio in caso di elevata torbidità). In quest'ultimo caso, se il campionamento viene effettuato egualmente, è possibile segnalare sulla Scheda che il campionamento è avvenuto in condizioni non ottimali per la corretta quantificazione della presenza dei diversi microhabitat. Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame cioè, se possibile, dell'intero corpo idrico come previsto dalla Direttiva 2000/60.

La procedura di campionamento richiede un'analisi della struttura in habitat del sito e pertanto, dopo aver selezionato la sezione migliore procedendo con il riconoscimento e la descrizione dei microhabitat, si procede al campionamento. Questo deve essere iniziato dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento. Il "Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili" (predisposto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici in stretta collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) definisce le tecniche di campionamento da adottare anche in base al tipo di habitat e di substrato.

Una volta raccolto il campione si procede in campo all'identificazione dei taxa. In genere il campione può essere smistato in toto sul campo. Gli individui raccolti tramite rete vengono trasferiti in vaschette e quindi si procede allo smistamento e alla stima delle abbondanze dei diversi taxa. In generale si richiede il conteggio preciso degli organismi fino alla soglia dei dieci individui. Per i taxa il cui numero di individui superi tale soglia si ritiene praticabile fornire direttamente un'indicazione della stima mediante conteggio approssimativo, anziché limitarsi a valutare solo la classe di abbondanza. Per gli organismi che richiedono controlli o approfondimenti tassonomici, sarà necessaria una verifica in laboratorio.

In generale il metodo MacrOper garantisce un'efficienza di cattura superiore al metodo IBE (Indice Biotico Esteso), permettendo così il riconoscimento di un maggior numero di taxa e una miglior definizione della struttura della comunità degli invertebrati bentonici.

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. – APAT 2007) è un metodo di valutazione dello stato di salute ecologica degli ambienti fluviali, basato sull'analisi speditiva dei parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema preso in considerazione. E' un metodo di indagine ambientale per il controllo e il monitoraggio ecologico degli ambienti fluviali a scopo di tutela degli stessi. Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idraulico di morbida e quello di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa. L'indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentica e macrofita

e della conformazione del detrito). Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

Entrambi i metodi (MacrOper e I.F.F.) forniscono risposte sugli effetti di condizionamento ambientale a medio-lungo termine e consentono di eseguire estrapolazioni per ricercare le caratteristiche ottimali di riferimento per l'ambiente fluviale nel suo complesso.

3.3.5. Componente acque sotterranee

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante le lavorazioni, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo degli acquiferi potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nelle singole relazioni settoriali.

Le attività di monitoraggio prevedranno controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche sotterranee.

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative;
- Indagini qualitative: specifici parametri fisici e chimici

Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su piezometri;

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in sottterraneo possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda.

Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico – fisici fornirà una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento del contenuto di ioni o sversamenti accidentali. Infine variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

I parametri oggetto di monitoraggio sono riportati nella seguente tabella:

Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni:	Metalli:
<i>Clorometano</i>	<i>Antimonio</i>
<i>Diclorometano</i>	<i>Arsenico</i>
<i>Cloroformio</i>	<i>Cadmio</i>
<i>Cloruro di vinile</i>	<i>Cobalto</i>
<i>1,2-dicloroetano</i>	<i>Cromo IV</i>
<i>1,1-dicloroetilene</i>	<i>Cromo Totale</i>
<i>Tricloroetilene</i>	<i>Mercurio</i>
<i>Tetracloroetilene</i>	<i>Nichel</i>
Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni:	<i>Piombo</i>
<i>1,1-dicloroetano</i>	<i>Rame</i>
<i>1,2-dicloroetilene</i>	<i>Stagno</i>
<i>1,1,1-tricloroetano</i>	<i>Vanadio</i>
<i>1,2-dicloropropano</i>	<i>Zinco</i>
<i>1,1,2-tricloroetano</i>	Composti Aromatici:
<i>1,2,3-tricloropropano</i>	<i>Benzene</i>
<i>1,1,2,2-tetracloroetano</i>	<i>Etilbenzene</i>
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni	<i>Stirene</i>
<i>Bromoformio</i>	<i>Toluene</i>
<i>1,2-dibromoetano</i>	<i>Xileni</i>
<i>Dibromoclorometano</i>	Composti Aromatici Sommatoria
<i>Bromodiclorometano</i>	Composti Aromatici Policiclici:
Idrocarburi C<=12	<i>Benzo (a) antracene</i>
Idrocarburi C>12	<i>Benzo (a) pirene</i>
Anioni:	<i>Benzo (b) fluorantene</i>
<i>Cloruri</i>	<i>Benzo (g,h,i) perilene</i>
<i>Solfati</i>	<i>Crisene</i>
<i>Carbonati</i>	<i>Dibenzo(a,e) pirene</i>
Carbonio organico	<i>Dibenzo(a,i) pirene</i>
Amianto totale	<i>Dibenzo(a,l) pirene</i>
	<i>Dibenzo(a,h) pirene</i>
	<i>Dibenzo(a,h) antracene</i>
	<i>Indeno (1,2,3-cd) pirene</i>
	<i>Pirene</i>
	IPA Sommatoria

Tabella 3

4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per quanto riguarda la durata delle fasi operative si è fatto riferimento a quanto riportato nella tabella seguente.

Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
12 mesi	18 mesi	24 mesi

Tabella 4 – Durata delle varie fasi di monitoraggio

La durata dell'intera attività di **monitoraggio**, comprensiva anche delle fasi ante e post operam, risulta quindi pari a **54 mesi**. Il monitoraggio post operam come richiesto dalla regione Marche avrà una durata di n.24 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera in progetto ed eventualmente altri 12 nel caso dovessero evidenziarsi criticità.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate per ciascuna componente ambientale individuata sulla base delle analisi e delle valutazioni riportate nel Capitolo 3.

4.1. Componente Antropica

Dato l'elevato grado di urbanizzazione della zona interessata e le lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali il passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio e di cantiere, la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, le attività di scavo e l'infissione di pali, risulta particolarmente sensibile e vulnerabile il settore ambientale più strettamente legato alla sfera antropica; in particolare la qualità dell'aria e il clima acustico.

È stata quindi definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera e Rumore.

4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nella tabella n. 4, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale per le metodiche A1 ed A2.

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possano derivare emissioni significative di polveri, al fine di rilevare le condizioni indisturbate.

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura stradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori.

Il monitoraggio di corso d'opera in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle attività dei cantieri sarà avviato a seguito dell'inizio dei lavori ed in presenza di condizioni di normale attività, cioè fintanto che la postazione sarà soggetta ad impatto determinato dalle attività di cantiere.

Nel presente Piano si è optato per la scelta della metodica A2 per valutare l'impatto determinato dai cantieri dove le Polveri Sottili (PM10) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere. Inoltre come richiesto dalla regione Marche è stato inserito un sito integrativo per il monitoraggio delle polveri (sito: A14-SP-PE-A2-03) in corrispondenza dell'impianto sportivo "S. Veneranda"

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

Il monitoraggio ante operam, e post operam, finalizzato alla valutazione dell'impatto da traffico stradale, avverrà con metodica A1 (mezzo mobile) con rilevamento in continuo dei dati in prossimità del nuovo svincolo. Il posizionamento del mezzo mobile è stato considerato valutando la zona con più alta emissione di inquinanti. Inoltre per valutare le emissioni di inquinanti quali benzene e toluene durante la stesura del manto di asfalto verranno seguiti due rilievi con mezzo mobile strumentato nel sito A14-SP-PE-A1-02.

Le campagne di monitoraggio post operam come richiesto dalla regione Marche avrà una durata di n.24 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera in progetto ed eventualmente altri 12 nel caso dovessero evidenziarsi criticità.

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 5.

L'ubicazione delle sezioni di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A14-SP-PE-A2-01**

A14 = A14 – Autostrada Bologna-Bari-Taranto

SP = Svincolo di Pesaro Sud

PE = codice del comune di appartenenza;

PE = Pesaro;

A2 = Metodica di Monitoraggio

A1 = Misura della qualità dell'aria per 15 giorni con mezzo mobile strumentato (ante operam, post opera);

A2 = Misura delle polveri sottili (PM10) per 15 giorni con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO									NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam			
		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	
A14-SP-PE-A2-01	Cantiere	-	4	-	-	6	-	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 18mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A14-SP-PE-A2-03	Cantiere	-	-	-	-	6	-	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 18mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A14-SP-PE-A1-02	Esercizio stradale	4	-	-	-	-	-	8	-	-	Una misura ogni 3 mesi con PO della durata di 24 mesi più eventuali ulteriori 12 mesi nel caso si evidenzino criticità
TOTALE		4	4	-	-	6	-	8	-	-	

Tabella 5 – Piano delle misure da effettuare – ATMOSFERA

4.1.2. Rumore

Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree interessate dal futuro esercizio, dai cantieri principali e secondari, dai fronti di avanzamento, verranno svolte preventivamente alla installazione dei cantieri stessi e allo svolgimento di attività rumorose quali bonifica bellica, decespugliamenti, sbancamenti, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

In particolare, i rilievi fonometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di rumore ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. Per la fase post operam i ricettori individuati sono tra quelli in cui si prevede il superamento dei limiti anche in presenza delle opere di mitigazione. Per tale motivo alle misure settimanali si sono aggiunte anche le misure di verifica dei limiti interni previsti dal D.P.R. 142/04 .

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicate nella Tabella 6 con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento. L'esatta ubicazione dei punti di misura, nella fase di corso d'opera, verrà verificata al momento delle redazioni delle valutazioni di impatto acustico in modo da valutare se il ricettore individuato sia effettivamente quello soggetto agli impatti maggiori.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle aree interessate dai cantieri principali e di lavoro, dai cantieri mobili, saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri per individuare le attività "tipo" e le relative macchine e attrezzature impiegate.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori interferiti dalla viabilità a servizio dei cantieri, saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure.

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in Tabella 6. Per ciò che riguarda le postazioni (cantieri principali e secondari) le misure verranno ripetute, in condizioni standard, ogni 3 mesi.

Le campagne di monitoraggio post operam come richiesto dalla regione Marche avrà una durata di n.24 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera in progetto ed eventualmente altri 12 nel caso dovessero evidenziarsi criticità.

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati nella Tabella 6.

Ubicazione delle stazioni di misura

La planimetria in scala 1:5000 allegata, riporta l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A14-SP-PE-R2-01**

A14 = A14 – Autostrada Bologna-Bari-Taranto

SP = Svincolo di Pesaro Sud

PE = codice del comune di appartenenza;

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

PE = Pesaro;

R2 = Metodica di Monitoraggio

Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere(ante operam, corso d'opera).

Metodica R3 Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare (ante operam, post operam).

Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori (post operam);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO					Note
		Ante Operam		Corso d'Opera	Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R2	R3	R4bis	
A14-SP-PE-R2-01	Cantiere	1	-	6	-	-	Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 18 mesi.
A14-SP-PE-R2-02	Fronte avanzamento	1	-	6	-	-	Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 18 mesi.
A14-SP-PE-R3-03	Esercizio stradale	-	1	-	2	-	Interno Fascia di Pertinenza
A14-SP-PE-R4bis-03	Esercizio stradale	-	-	-	-	2	Interno Fascia di Pertinenza
A14-SP-PE-R3-04	Esercizio stradale	-	1	-	2	-	Interno Fascia di Pertinenza
A14-Sp-PE-R3-05	Esercizio stradale	-	1	-	2	-	Interno Fascia di Pertinenza
TOTALE		2	3	12	6	2	

Tabella 6 – Piano delle misure da effettuare – RUMORE

4.1.3. Vibrazioni

Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere, della viabilità di servizio di futura realizzazione o esistente, devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possono derivare emissioni significative di vibrazione, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in Tabella 7, una sola volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate per le metodiche di riferimento V1.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle sorgenti di vibrazione presenti nei cantieri fissi e sui fronti di avanzamento saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori impattati dal traffico di servizio saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante che vi sia una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure. In particolare, i rilievi vibrometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di vibrazione ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. In particolare sono stati individuati degli edifici residenziali rappresentativi posti lungo il tracciato stradale.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati in Tabella 7.

Le misure verranno ripetute indicativamente ogni 3 mesi e comunque sempre nei periodi in cui è previsto l'utilizzo delle seguenti attrezzature:

- rullo vibrante per compattazione di sottofondi e la realizzazione di rilevati;
- attrezzature a percussione per la realizzazione di pali, micropali, ecc.;
- martelli pneumatici per il disaggio di massi o la demolizione di strutture.

Monitoraggio post operam

Le vibrazioni dovute al traffico autoveicolare non determinano, se lo strato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale.

Infatti come evidenziato nel SIA le vibrazioni non rappresentano un elemento di criticità per la tipologia di opera in esame. Le diverse misure svolte presso altre viabilità (in genere poste su suoli più rigidi, favorevoli alla propagazione delle vibrazioni) e lungo la stessa A14 hanno evidenziato livelli vibratori molto al di sotto dei limiti di riferimento, pertanto non sono previsti rilievi nella fase post operam

Le tavole in scala 1:5000 allegate alla presente relazione riportano l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A14-SP-PE-V1-01**

A14 = A14 – Autostrada Bologna-Bari-Taranto

SP = Svincolo di Pesaro Sud

PE = codice del comune di appartenenza;

PE = Pesaro

V1 = Metodica di Monitoraggio

V1 = Misura di breve periodo finalizzate al disturbo (ante operam, corso d'operam);

V2 = Misura di breve periodo finalizzate al danno (corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A14-SP-PE-V1-01	Tratto stradale	1	-	6	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 18 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-SP-PE-V2-01	Tratto stradale	-	-	-	6	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 18 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-SP-PE-V1-02	Tratto stradale	1	-	6	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 20 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore sensibile
A14-SP-PE-V2-02	Tratto stradale	-	-	-	6	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 18 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera Ricettore sensibile.
TOTALE	TOTALE	2	-	12	12	-	-	

Tabella 7 – Piano delle misure da effettuare – VIBRAZIONI

4.2. Componente Idrica

Gli interventi previsti quali sistemazioni spondali, guadi provvisori e presenza di cantieri in prossimità di corsi d'acqua, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare attenzione agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali. All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali.

La scarsa presenza nel progetto di opere in sotterraneo di una certa rilevanza, unitamente al basso rischio di alterazione qualitativa delle acque sotterranee, e alla lontananza dei pozzi censiti nell'ambito del SIA dalle aree di intervento, non ha reso necessario l'inserimento della componente Acque Sotterranee all'interno del PMA.

4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

Le sezioni di controllo relative alla componente "Acque Superficiali" sono state posizionate sui corsi d'acqua significativi in prossimità delle aree di cantiere ed in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche qualitative degli stessi corsi d'acqua. L'esatta ubicazione e/o eventuali integrazioni di tali punti di monitoraggio verranno concordate con ARPAM.

Di seguito verranno sinteticamente descritte le zone interessate da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque superficiali e che saranno oggetto di monitoraggio ambientali:

"Rio Genica": L'alveo risulta stabile e non sono presenti rilevanti fenomeni erosivi localizzati. Lo sviluppo planimetrico del corso d'acqua è relativamente regolare, con ampi raggi di curvatura e assenza di meandri. Sul Rio Genica si prevedono tre sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte, una intermedia ed una a valle dell'area oggetto degli interventi.

La planimetria in scala 1:5000 allegata riporta l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A14-SP-PE-SU-GE-01**

A14 = A14 – Autostrada Adriatica

SP = Svincolo di Pesaro Sud

PE = codice del comune di appartenenza;

PE = Pesaro;

SU = componente ambientale (SU: Acque superficiali);

GE = individuazione punto di misura: "Rio Genica"

GE = Rio Genica

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

La Tabella 8 riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e Comune.

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

Stazione	Denominazione	Comune
A14-SP-PE-SU-GE-01	Rio Genica - monte	Pesaro
A14-SP-PE-SU-GE-02	Rio Genica - intermedia	Pesaro
A14-SP-PE-SU-GE-03	Rio Genica - valle	Pesaro

Tabella 8 – Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A3) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set contenente parametri chimici specialistici (A4), un set riguardante la batteriologia (A5), un set relativo al monitoraggio del macrobenthos denominato MacrOper (A7) ed un set relativo all'Indice di qualità Morfologica IFF (A8).

In Tabella 9 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set.

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
A1	Q – Misura correntometrica della portata Parametri Idrologico - Idraulici
A3	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica C.O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A4	C.O.D. Idrocarburi totali Piombo Cromo totale Nichel Zinco Solfati Cadmio Mercurio Cloruri
A5	Escherichia coli
A7	MacrOper Indice STAR_ICMi
A8	I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale

Tabella 9 – Parametri di monitoraggio

SET A1 – A3

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutte le sezioni in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di

qualità delle acque dei corsi d'acqua in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione.

SET A4, A5

I parametri dei set A4 ed A5 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua.

SET A7

In questo set di parametri rientra la determinazione dell'indice STAR_ICMi (Metodo MacrOper), basato su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale rilievo, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e dell'impatto dell'attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell'ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni stradali.

SET A8

Il set A8 prevede la determinazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. – APAT 2007); si tratta di una metodologia di rilevamento che permette di valutare la funzionalità ecologica degli ecosistemi fluviali; oltre all'ambiente acquatico l'indice prende in considerazione l'ambiente terrestre che insiste sul corso d'acqua e che ne condiziona la stabilità e la funzionalità trofica, rivalutando in particolare la funzione della zona riparia come ecotono di separazione tra l'ecosistema propriamente acquatico e l'ecosistema terrestre. La determinazione dell'indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentica e macrofita e della conformazione del detrito. Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idrologico di morbida e quello di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa. Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

Si riporta di seguito una tabella contenente il dettaglio dei set funzionali previsti per ogni corso d'acqua.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A14-SP-PE-SU-GE-01	Rio Genica - monte	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A14-SP-PE-SU-GE-02	Rio Genica - intermedia	A1+A3+A4+A5+A7+A8*
A14-SP-PE-SU-GE-03	Rio Genica - valle	A1+A3+A4+A5+A7+A8*

* il set A8 è riferito al corso d'acqua e non alla singola sezione

Tabella 10 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera e post opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
A1, A3, A4, A5	trimestrale	trimestrale	trimestrale
A7	semestrale	semestrale	semestrale
A8	annuale	annuale	annuale

Tabella 11 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

4.2.2.Acque Sotterranee

I punti di controllo della componente idrica sotterranea sono stati posizionati in prossimità delle aree di cantiere. Di seguito vengono sinteticamente descritte, le zone interessate da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque sotterranee e che saranno oggetto di monitoraggio ambientale.

Il progetto prevede una nuova stazione e uno svincolo a schema parziale a servizio del tratto Sud dell'Autostrada A14, con collegamento esclusivamente "da" e "per" Ancona. La versione ridotta prevede una rampa monodirezionale di entrata in direzione Sud (Rampa B) ed una di uscita in direzione Nord (Rampa A). Il casello si connette direttamente alla rotatoria Sud della "Strada Interquartieri" di Pesaro (via Sandro Pertini), di recente realizzazione e di cui è previsto il potenziamento nell'ambito del presente progetto.

Casello: in questo tratto il tracciato si sviluppa in rilevato e a raso e si imposta sulle alluvioni attuali e recenti (a2) del Rio Genica. I depositi alluvionali si presentano in facies prevalentemente limoso-argillosa con intercalazioni metriche di sabbia fine limosa (cfr S(OCP)4 livello sabbioso da 3.50 m a 7.00 m da p.c e S(OC)4 livello sabbioso da 19 m a 25 m da p.c.). Alla base dei depositi alluvionali il sondaggio S(OCP)4 intercetta alla profondità di circa 19 m da p.c. il substrato costituito dai litotipi prevalentemente sabbiosi della successione terrigena mio-pliocenica (Mar) caratterizzati in sondaggio da argilla limosa grigia dura con intercalazioni da centimetriche a decimetriche di sabbia fine limosa. In corrispondenza del sondaggio S(OC)4 il substrato è stato ipotizzato ad una profondità superiore ai 25 m da p.c.

Rampa B (rampa di immissione in carreggiata sud, dir. Ancona): Il tracciato, che si sviluppa in larga parte in rilevato, tra la progressiva 120 circa e la progressiva 185 circa sottopassa la sede autostradale esistente mantenendo una livelletta che si approfondisce di poco al di sotto del piano campagna. Dalla progressiva 382 circa a fine tratto il tracciato è ancora in rilevato e si affianca compenetrando parzialmente quello autostradale esistente.

Da inizio tratto fino alla progressiva 415 circa il tracciato si imposta sui depositi alluvionali attuali e recenti (a2) del Rio Genica. Da questa progressiva a fine tratto, il tracciato si avvicina ai rilievi collinari e si imposta sui depositi eluvio colluviali olocenici (ec) (fino alla progressiva 465 circa) e sui litotipi prevalentemente sabbiosi della successione terrigena mio-pliocenica (Mar) caratterizzati da sabbie limose con locali livelletti cementati che si alternano a livelli di limo argilloso duro o addirittura a consistenza marnosa (cfr E2-S24). I depositi alluvionali si presentano in facies sabbiosa e limoso – argillosa (cfr B3-S2 livello di limo sabbioso da 7.90 a 18.0 m da p.c. e S(OCP)5 prevalentemente limoso fino a 14 m da p.c quindi prevalentemente sabbioso fino 23.20 m da p.c.). I dati a disposizione permettono di ipotizzare uno spessore delle alluvioni superiore ai 35 m in corrispondenza del sondaggio B3-S2 e di circa 23 m da p.c. in corrispondenza del sondaggio S(OCP)5.

Rampa A (rampa di uscita in carreggiata nord, da Ancona): il tracciato si sviluppa in larga parte in rilevato, tranne nel tratto iniziale, per una quindicina di metri circa, dove risulta in

leggera trincea. Tra la progressiva 033 e 132 circa il tracciato si affianca compenetrandolo parzialmente al rilevato autostradale esistente.

Da inizio tratto fino alla progressiva 075 circa il tracciato si avvicina ai rilievi e si imposta sui depositi eluvio colluviali olocenici (ec) (fino alla progressiva 075 circa) e sui litotipi prevalentemente sabbiosi della successione terrigena mio-pliocenica (Mar) rappresentati in sondaggio da sabbie limose con locali livelletti di sabbia cementata alternate a livelli di limo argilloso da duro a consistenza marnosa (cfr E2-S24). Dalla progressiva 075 circa a fine tratto il tracciato si imposta sui depositi alluvionali attuali e recenti (a2) del Rio Genica costituiti da sabbie e da limi argillosi (cfr S(OCP)5 prevalentemente limoso fino a 14 m da p.c quindi prevalentemente sabbioso fino a 23.20 m da p.c.). I dati a disposizione permettono di ipotizzare uno spessore delle alluvioni pari a circa 23.00 m da p.c. in corrispondenza del sondaggio S(OCP)5.

I dati di monitoraggio indicano la presenza di una falda idrica che, nell'ambito del complesso acquifero dei depositi alluvionali (c3), si attesta ad una profondità di circa 1-1.5 m da p.c. (cfr. B3-S2 – S(OCP)5, S(OCP)4) e viene sostenuta dai termini sabbioso arenacei del substrato (complesso acquifero dei depositi terrigeni – c8).

La planimetria in scala 1:5000 allegata riporta l'ubicazione dei punti di monitoraggio, ciascuno individuato da un codice, assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A14-SP-PE-SO-PZ-01**

A14 = A14 – Autostrada Adriatica

SP = Svincolo di Pesaro Sud

PE = codice del comune di appartenenza;

PE = Pesaro;

SO = componente ambientale (SO: Acque sotterranee)

PZ = Tipologia punto di misura (PZ piezometro)

PZ = Piezometro.

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio per lotto di appartenenza

La tabella riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e Comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A14-02-PE-SO-PZ-01M	Casello monte	Pesaro
A14-02-PE-SO-PZ-01/1V	Casello 1 valle	Pesaro
A14-02-PE-SO-PZ-01/2V	Casello 2 valle	Pesaro

Tabella 12 Elenco stazioni di monitoraggio

Secondo le prescrizioni di Arpam il piezometro A14-02-PE-SO-PZ-01/1V deve essere ubicato in prossimità delle nuove rampe A e B o poco più a valle idrogeologica della nuova viabilità E (area rotatoria in progetto).

I parametri di misura comprendono un set standard (B2+B3) da rilevare su tutti i punti in occasione di ogni campagna e un set di parametri specifici chimici addizionali (B4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottoterraneo

**Piano di Monitoraggio Ambientale- Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto
Opere Compensative Comune di Pesaro- Nuovo svincolo Pesaro Sud**

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B2	LP - livello piezometrico
B3	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica

Tabella 13 Parametri di monitoraggio standard Set B2 e B3

Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni:	Metalli:
<i>Clorometano</i>	<i>Antimonio</i>
<i>Diclorometano</i>	<i>Arsenico</i>
<i>Cloroformio</i>	<i>Cadmio</i>
<i>Cloruro di vinile</i>	<i>Cobalto</i>
<i>1,2-dicloroetano</i>	<i>Cromo IV</i>
<i>1,1-dicloroetilene</i>	<i>Cromo Totale</i>
<i>Tricloroetilene</i>	<i>Mercurio</i>
<i>Tetracloroetilene</i>	<i>Nichel</i>
Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni:	<i>Piombo</i>
<i>1,1-dicloroetano</i>	<i>Rame</i>
<i>1,2-dicloroetilene</i>	<i>Stagno</i>
<i>1,1,1-tricloroetano</i>	<i>Vanadio</i>
<i>1,2-dicloropropano</i>	<i>Zinco</i>
<i>1,1,2-tricloroetano</i>	Composti Aromatici:
<i>1,2,3-tricloropropano</i>	<i>Benzene</i>
<i>1,1,2,2-tetracloroetano</i>	<i>Etilbenzene</i>
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni	<i>Stirene</i>
<i>Bromoformio</i>	<i>Toluene</i>
<i>1,2-dibromoetano</i>	<i>Xileni</i>
<i>Dibromoclorometano</i>	Composti Aromatici Sommatoria
<i>Bromodiclorometano</i>	Composti Aromatici Policiclici:
Idrocarburi C<=12	<i>Benzo (a) antracene</i>
Idrocarburi C>12	<i>Benzo (a) pirene</i>
Anioni:	<i>Benzo (b) fluorantene</i>
<i>Cloruri</i>	<i>Benzo (g,h,i) perilene</i>
<i>Solfati</i>	<i>Crisene</i>
<i>Carbonati</i>	<i>Dibenzo(a,e) pirene</i>
Carbonio organico	<i>Dibenzo(a,i) pirene</i>
Amianto totale	<i>Dibenzo(a,l) pirene</i>
	<i>Dibenzo(a,h) pirene</i>
	<i>Dibenzo(a,h) antracene</i>
	<i>Indeno (1,2,3-cd) pirene</i>
	<i>Pirene</i>
	IPA Sommatoria

Tabella 14 Parametri di monitoraggio chimici specifici Set B4

SET B2 – B3

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutti i punti di misura in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A14-02-PE-SO-PZ-01M	Casello monte	B2+B3+B4
A14-02-PE-SO-PZ-01/1V	Casello 1 valle	B2+B3+B4
A14-02-PE-SO-PZ-01/2V	Casello 2 valle	B2+B3+B4

Tabella 15 - Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
B2, B3	mensili	mensili	mensili
B4	trimestrali	trimestrali	trimestrali

Tabella 16– Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

Per il coordinamento e l'esecuzione delle attività di monitoraggio risulta necessario un tipo di organizzazione ben strutturata e impostata secondo i seguenti criteri:

- uniformità e organicità delle risorse e delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- massima efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse di alto livello in tutte le componenti del sistema operativo (personale qualificato, strumentazione, supporti informatici) e alla stretta integrazione tra attività di campo e gestione dei dati nei diversi ambiti tematici del monitoraggio;
- massimo grado di oggettivazione di tutte le fasi di attività, attraverso l'esplicitazione e la visibilità esterna delle risorse professionali e strumentali impiegate, delle procedure di validazione e di trattamento informatico dei dati, delle modalità di diffusione delle informazioni;
- gestione unitaria di tutte le funzioni connesse con l'attività di monitoraggio: dalle operazioni di misura e trattamento dati, ai rapporti con enti esterni di controllo e di interscambio di informazioni, alla consulenza specialistica relativa ad interventi ed azioni preventive o mitigative degli impatti sull'ecosistema, alla gestione di situazioni di emergenza.

Il raggiungimento di tali obiettivi è possibile solo attraverso una organizzazione in grado di coprire tutte le competenze necessarie alle diverse fasi dell'attività e alle diverse componenti ambientali considerate.

Di seguito si riportano sinteticamente alcune indicazioni relative alla struttura funzionale del sistema.

5.1. Struttura operativa

La struttura operativa dedicata all'esecuzione del monitoraggio si baserà su una organizzazione finalizzata alla garanzia dei risultati nell'esecuzione delle misure ed alla possibilità di gestire, analizzare ed accorpare i singoli rilievi in modo da monitorare la qualità dell'ambiente nelle tre fasi ante, corso e post operam; l'intero sistema dovrà pertanto essere strutturato in modo da risultare operativo durante tutte le fasi di realizzazione dell'opera fino ai primi 12 mesi dalla sua entrata in esercizio.

L'attiva collaborazione con la Direzione Lavori ed in particolare con i tecnici dedicati alle problematiche ambientali presso la D.LL. stessa, consentirà di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

Per quanto riguarda le attività operative, queste possono essere sintetizzate in tre momenti salienti:

- Esecuzione di misure – affidata alle squadre di campo e, in parte, a laboratori di analisi chimiche, in grado di garantire la qualità e l'attendibilità delle singole misurazioni;
- Organizzazione dei dati – affidata ad un gruppo di lavoro interdisciplinare, formato da tecnici specializzati nelle diverse componenti ambientali e territoriali, in grado di gestire la mole dei dati provenienti dalle campagne di misura e gestire la complessa banca dati risultante;

- Analisi e commento dei risultati – sviluppato dallo stesso gruppo di lavoro interdisciplinare, ma verificato da esperti nelle singole componenti ambientali e territoriali in grado di garantire l'esperienza e la conoscenza scientifica necessaria alla comprensione dei fenomeni in atto e di rappresentare un valido supporto specialistico nei rapporti con gli Enti di Controllo.

Lo strumento operativo informatico che consentirà tale organizzazione è rappresentato dal Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM), attraverso il quale vengono unificati gli standard di input e output delle informazioni e vengono messi in relazione i dati acquisiti nei diversi settori di monitoraggio. L'adozione di un sistema GIS ad esso collegato consentirà, inoltre, di rappresentare geograficamente i punti di misura sperimentali e le successive elaborazioni.

Lo sviluppo del monitoraggio prevede infatti un controllo dei singoli dati strumentali e sperimentali attraverso procedure interne alle singole componenti in modo che, al momento dell'inserimento nel SIM, essi possano rappresentare e descrivere l'effettivo livello dell'indicatore misurato e fornire una base attendibile per le successive elaborazioni.

Nel corso dell'esecuzione del monitoraggio ambientale è prevista la redazione di Rapporti Periodici contenenti i seguenti argomenti:

- descrizione delle attività svolte;
- descrizione dei risultati del monitoraggio per ogni componente;
- descrizione e commento dei risultati del monitoraggio e dei fenomeni correlati alle attività di costruzione dell'infrastruttura
- indicazioni di eventuali modifiche per alcune attività previste nel Piano in funzione delle mutate condizioni costruttive o ambientali
- descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali ed indicazioni su interventi di minimizzazione o mitigazione.

A frequenza trimestrale saranno fornite relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio, contenenti anche le elaborazioni e l'analisi dei dati, con le valutazioni circa le tendenze evolutive dei diversi parametri ambientali.

5.2. Definizioni soglie monitoraggio ambientale

Al fine di tutelare l'ambiente eventualmente impattato dalle lavorazioni dei cantieri autostradali, oltre ai controlli ordinari, l'attività di monitoraggio ambientale comprende anche la gestione delle criticità ambientali; nell'ambito delle procedure per la gestione di tali criticità svolge quindi un ruolo di primaria importanza la definizione di soglie di attenzione ed attivazione che consentano l'attivazione di procedure di emergenza prima del superamento dei limiti di legge.

Alla luce dell'esperienza maturata per i lavori della Variante di Valico e della terza corsia Barberino di Mugello - Firenze Sud e al contributo fornito su questo tema dall'Osservatorio Ambientale, dai Supporti Tecnici (ARPAT e ARPA) e dal prof. S. Malcevski (Università di Pavia), viene illustrata nel presente documento una proposta per la definizione di soglie di intervento in caso di "eventi anomali" causati dalle attività di cantiere.

In generale nella gestione delle anomalie e delle criticità è necessaria un'accurata valutazione dei dati acquisiti nella fase ante operam e delle eventuali cause esterne alle lavorazioni autostradali. Specifiche valutazioni devono essere effettuate nelle situazioni in cui si registrano valori di ante operam già prossimi ai valori di soglia o addirittura superiori, al fine

di individuare le giuste procedure ed i criteri che consentano di coniugare gli obiettivi di tutela ambientale con la realizzazione delle opere secondo i tempi e le modalità previste.

Si riportano sinteticamente i criteri proposti sulle soglie di azione per il monitoraggio ambientale, nel quale sono individuati tre approcci metodologici per la definizione dei valori di soglia.

Definizione delle soglie tramite il criterio C1

Le soglie vengono definite partendo dai riferimenti normativi presenti anche se non strettamente cogenti, si veda ad esempio il settore idrico, dove partendo dalla classificazione delle acque a specifica destinazione d'uso (acque destinate alla vita dei pesci, produzione di acqua potabile, ex 152/99 – sostituita dal 152/06) o in base agli obiettivi di qualità ambientale (ex 152/99, 2000/60/CE e nuovo 152/06) si perveniva alla definizione dei valori di soglia per numerosi parametri.

Definizione delle soglie tramite criteri C2 e C3

Nella proposta di soglie vengono individuati alcuni criteri statistici per definire le soglie di azione; il primo criterio (C2) individua una soglia di azione in funzione dei dati di ante operam (soglia di attenzione = media dell'ante operam più 2 volte la deviazione standard, soglia di attenzione così calcolata è pari al 75% del valore di attivazione); il secondo (C3) si basa sul concetto di peggioramento progressivo utilizzando cioè i dati delle ultime cinque campagne di misure (soglia di attenzione = media degli ultimi 5 valori più due volte il valore della deviazione standard; la soglia di attenzione risulta pari al 75% del valore di attivazione).

Pertanto al termine della fase ante operam, al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite le **soglie di azione** da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

5.3. Procedure di prevenzione delle criticità

Un elemento essenziale dell'attività di monitoraggio è costituito dalla gestione delle eventuali emergenze ambientali che si dovessero verificare nell'ambito dei lavori autostradali di ampliamento alla terza corsia; le procedure qui proposte dovranno naturalmente essere oggetto di confronto e di definizione di maggior dettaglio con gli Enti di controllo interessati.

In linea generale la gestione delle emergenze ambientali è basata sul confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio, gli eventuali limiti normativi esistenti o i livelli di soglia stabiliti e concordati con l'Ente di Controllo dopo il periodo ante operam, e sulla successiva definizione degli interventi necessari in caso di superamento dei limiti stessi.

Il confronto dei parametri con i limiti normativi non si applica in ogni caso a tutti i parametri ambientali monitorati, ma soltanto ad un numero ridotto di questi, costituito da quei parametri che presentano un preciso significato come indicatori di qualità/criticità.

Nell'ottica del controllo dei limiti imposti dalla normativa non sono invece considerati i parametri facenti parte delle due seguenti categorie:

- descrittori delle condizioni al contorno, su cui non ci possono essere interventi da parte dei soggetti gestori (in pratica i parametri meteoclimatici);

- descrittori di caratteristiche delle variabili ambientali effettivamente utilizzate come indicatori di qualità/criticità, che aiutano ad interpretare i risultati ma non offrono di per sé specifici orientamenti valutativi.

Al verificarsi del superamento del valore preso a riferimento per la variabile ambientale considerata, il Gestore del monitoraggio provvederà ad informare gli Enti di controllo individuati come referenti del monitoraggio ambientale dell'anomalia riscontrata.

Successivamente lo staff tecnico del monitoraggio, con il supporto degli esperti nei settori interessati, effettuerà i necessari sopralluoghi ed una prima analisi, in base alla quale si potranno riscontrare le seguenti condizioni:

- assenza di anomalia (per esempio nel caso in cui si riscontri un'avaria strumentale o si verifichi il carattere naturale dei fenomeni in corso);
- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa sia inequivocabilmente esterna all'ambito dei lavori (per esempio un fenomeno di inquinamento di corsi d'acqua dovuto a scarichi prodotti da altre attività);
- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa non sia immediatamente identificabile o sia attribuibile all'ambito dei lavori.

Nei primi due casi non si darà luogo ad azioni particolari, ma si darà ugualmente evidenza del fenomeno producendo la necessaria documentazione interpretativa che verrà trasmessa agli Enti di controllo.

Nel terzo caso il Gestore del monitoraggio, con il supporto di tutto lo staff tecnico e attraverso il confronto con la Direzione lavori, procede all'analisi del fenomeno registrato e successivamente alla trasmissione di una nota informativa tecnica, avendo cura di evidenziare quali provvedimenti immediati siano stati intrapresi e/o che si prevede di attuare, ivi compresa l'eventuale sospensione dell'attività causa dell'anomalia, per evitare il raggiungimento dei valori limite o il perdurare di una situazione critica.

6. SISTEMA INFORMATIVO

Come sopra specificato, per rispondere alle esigenze legate alla gestione delle misure eseguite nell'ambito del Monitoraggio Ambientale si prevede la realizzazione di un Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM), che costituisce uno degli elementi fondanti l'intero sistema predisposto per l'esecuzione del monitoraggio.

Il monitoraggio ambientale comporta lo svolgimento di attività sul campo in un dato intervallo di tempo, e quindi una conseguente attività di registrazione, elaborazione e diffusione dei dati rilevati.

Per poter gestire dati rilevanti sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo, è di fondamentale importanza l'architettura del sistema informativo che prende in carico le informazioni; infatti il SIM deve tener conto della diversità di dati che sono raccolti a seconda degli indicatori, raggruppati nelle varie componenti ambientali e territoriali:

- **ATMOSFERA**
 - Sensori remoti con acquisizione in automatico e trasmissione in continuo attraverso la rete
 - Misure strumentali con operatore
- **RUMORE**
 - Misure strumentali con operatore
- **VIBRAZIONI**
 - Misure strumentali con operatore
- **ACQUE SUPERFICIALI**
 - Campagne di misura e rilievo in situ
- **ACQUE SOTTERRANEE**
 - Campagne di misura e rilievo in situ

L'esecuzione dei rilievi, quale attività di routine, può avvenire per mezzo di campagne periodiche di misura o stazioni fisse strumentali con registrazione in continuo; a ciò si aggiungono le attività di acquisizione dati con accertamenti mirati per la gestione delle criticità e con sopralluoghi in situ per seguire da vicino l'andamento dei lavori o specifiche problematiche.

In particolare il Sistema Informativo di Gestione del Monitoraggio Ambientale servirà ad automatizzare i processi di caricamento e validazione dei dati, a preservare in forma strutturata i dati rilevati, ad estrarre i dati per analisi specialistiche e a supportare la produzione di elaborati che rispettino gli standard Spea e quelli richiesti dalla Committenza e dagli Enti di Controllo.

Il sistema sarà integralmente on-line e basato su tecnologie web; i principali vantaggi di tale scelta sono: informazioni e funzionalità disponibili sempre ed ovunque (basta avere una connessione internet); accessibili da qualsiasi dispositivo (pc, mac, tablet, smartphone, ecc.); nessun software da installare in locale per la consultazione dei dati (è sufficiente disporre di un comune browser, ormai disponibile gratuitamente su tutti i sistemi operativi).

Il SIGMA consentirà quindi la gestione dei dati attraverso una stretta integrazione fra elementi cartografici, dati alfanumerici descrittivi delle aree di monitoraggio e dati quali - quantitativi

provenienti dalle misurazioni periodiche, nonché il confronto di tutti i parametri appartenenti ad un determinato ambito di monitoraggio nel corso del tempo; la peculiarità del sistema sarà quella di essere in grado di ospitare in forma organizzata, senza limitazione alcuna, qualsiasi tipologia di informazione numerica, alfanumerica, grafica o documentale proveniente da attività di monitoraggio del territorio.

Il sistema sarà composto da “motori” di gestione indipendenti, controllati da un modulo principale; queste componenti, denominate “motori”, saranno configurabili dagli utenti (amministratori di sistema) e garantiranno una capacità di adattamento a potenziali nuove esigenze..

I motori saranno dedicati a:

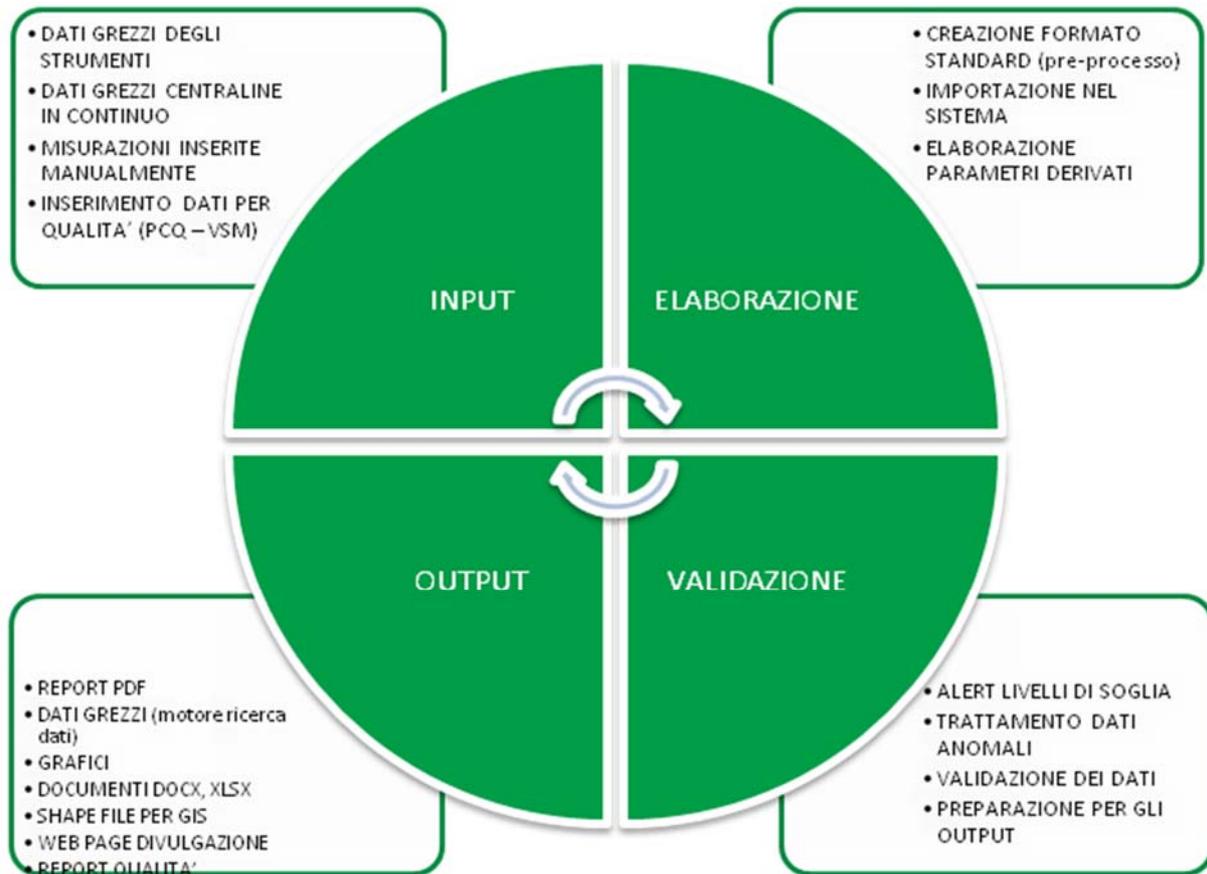
- interfacciamento con l’utente
- importazione dati e pre-elaborazione
- elaborazione/validazione dati
- ricerca e visualizzazione dati
- esportazione dei dati

Diversi livelli di accesso al sistema permetteranno all’utente connesso di accedere alle sole parti di competenza e alle sole funzioni ad esso assegnate (inserimento, validazione, estrazione, ecc.).

Gli utenti amministratori saranno invece in grado di configurare e gestire tutte le componenti del sistema, dalla gestione dei siti di misura alla configurazione dei parametri misurati, dalla grafica degli output all’adozione di una nuova strumentazione, ecc.

Il SIGMA si baserà su quattro componenti funzionali:

1. **INPUT:** funzionalità di importazione automatizzata o semi-automatizzata dei dati provenienti dagli strumenti e inserimento manuale dei dati (reperti di laboratorio, censimenti, ecc).
2. **ELABORAZIONE:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) che operano sui dati importati/inseriti consentendo di ricavare dati derivati o aggregati.
3. **VALIDAZIONE:** funzionalità di validazione (automatica e/o manuale) dei dati rispetto a soglie/limiti predefiniti.
4. **OUTPUT:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) per ricercare ed estrarre i dati in funzione delle specifiche esigenze e per esportare gli stessi in diversi formati, anche tramite report



I dati potranno essere inseriti nel sistema manualmente dagli utenti abilitati oppure automaticamente. Tramite il sistema sarà possibile associare ogni singolo strumento ad uno degli algoritmi di decodifica predefiniti per la sua successiva importazione automatica.

Una volta importati i dati, SIGMA è in grado di riconoscere automaticamente (grazie ad opportune configurazioni) se l'inserimento effettuato richiede il calcolo di parametri derivati o aggregati (es. indici) che devono diventare essi stessi nuovi parametri da immagazzinare nella base dati.

Il processo di validazione dei dati è basato su due diversi criteri: i valori soglia e la "approvazione" del dato.

I valori soglia sono dei limiti numerici predefiniti a livello di parametro oltrepassati i quali i dati inseriti saranno segnalati agli operatori tramite un sistema di allarme (invio immediato di e-mail/ SMS). I dati che superano i livelli di soglia sono isolati in attesa di un controllo manuale. I valori soglia di ogni singolo parametro possono essere anche collegati allo spazio (es. sito di misura) e/o al tempo (periodo).

L'"approvazione" del dato è un processo manuale tramite il quale viene confermata la congruità del dato. I dati importati nel sistema non sono disponibili per i successivi trattamenti fino a quando non vengono certificati dagli operatori incaricati.

SIGMA consente la libera interrogazione della base dati attraverso un motore di interrogazione. I dati estratti tramite le query vengono visualizzati a video e possono essere esportati in formati standard per successivi trattamenti o elaborazioni.