

AUTOSTRADA (A11) : FIRENZE - PISA NORD

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA  
DEL TRATTO FIRENZE - PISTOIA

PROGETTO DEFINITIVO

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**



**QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE  
LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE**

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>LINEE GUIDA DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....</b>                             | <b>2</b>  |
| 2.1      | ASPETTI GENERALI.....   | 2         |
| 2.2      | AMBIENTE ANTROPICO.....   | 3         |
| 2.2.1    | Atmosfera.....  | 3         |
| 2.2.2    | Rumore.....   | 4         |
| 2.2.3    | Vibrazioni.....   | 5         |
| 2.3      | AMBIENTE IDRICO.....  | 7         |
| 2.3.1    | Monitoraggio acque superficiali.....  | 7         |
| 2.3.2    | Identificazione degli impatti da monitorare e definizione degli indicatori..... | 7         |
| 2.3.3    | Criteri per l'identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio.....       | 7         |
| 2.3.4    | Monitoraggio acque sotterranee.....   | 7         |
| 2.3.5    | Identificazione degli impatti da monitorare e definizione degli indicatori..... | 8         |
| 2.3.6    | Criteri per l'Identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio.....       | 8         |
| 2.4      | FAUNA.....  | 8         |
| 2.4.1    | Obiettivi e definizione del Monitoraggio.....                                   | 8         |
| 2.4.2    | Identificazione degli impatti da monitorare.....                                | 8         |
| 2.4.3    | Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio.....          | 9         |
| <b>3</b> | <b>SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO.....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>4</b> | <b>GESTIONE DEL MONITORAGGIO E DELLE ANOMALIE AMBIENTALI.....</b>               | <b>10</b> |
| 4.1      | STRUTTURA DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....                                      | 10        |
| 4.2      | SISTEMA DI SOGLIE DI AZIONE.....  | 11        |



## 1 PREMESSA

Obiettivo del presente elaborato è quello di fornire uno strumento metodologico per lo sviluppo del successivo Piano di Monitoraggio Ambientale dei lavori di ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze - Pisa nord, nel tratto compreso tra Firenze e Pistoia.

In particolare le metodologie di monitoraggio ipotizzate e descritte nella presente relazione sono tese alla valutazione degli effetti apportati dalle attività di costruzione del tracciato, di cantiere, di realizzazione della viabilità di servizio, di approvvigionamento da cava e di trasporto a discarica, nonché del successivo esercizio autostradale, sull'Ambiente Antropico, in termini di inquinamento atmosferico e da rumore e di vibrazioni, sull'Ambiente Idrico (superficiale e sotterraneo), nonché sull'Ambiente Naturale.

Le finalità che hanno ispirato l'articolazione del progetto sono le seguenti:

- Documentare l'evolversi della situazione ante-operam al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali e socio-economici in atto prima dell'inizio dei lavori.
- Garantire il controllo di situazioni specifiche fornendo indicazioni funzionali all'eventuale adeguamento della conduzione dei lavori alla luce di particolari esigenze ambientali e sociali.
- Segnalare il manifestarsi di eventuali anomalie ambientali, in modo da intervenire immediatamente evitando lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti della qualità ambientale.
- Accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente naturale ed antropico.
- Adottare misure di contenimento degli eventuali effetti non previsti;
- Verificare le modifiche ambientali e socio-economiche intervenute per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendoli dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio.

Il "Monitoraggio Ambientale" si propone quindi di affrontare in modo approfondito e sistematico, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi arrecati all'ambiente dalla realizzazione della nuova opera autostradale.

Gli elementi di base sui quali si sono formulate le presenti Linee Guida per il Monitoraggio Ambientale sono stati gli elaborati del Progetto Definitivo e la documentazione prodotta nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale.

## 2 LINEE GUIDA DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

### 2.1 ASPETTI GENERALI

Gli obiettivi principali da conseguire con l'attività di monitoraggio e le funzioni di elaborazione-interpretazione dei dati ad essa connesse, dovranno essere, come già accennato in precedenza:

- la prevenzione delle alterazioni ambientali;
- la rappresentazione delle evoluzioni in atto nei comparti ambientali, sulla base di indicatori efficaci e sensibili per la descrizione dei fenomeni e per la segnalazione di situazioni di rischio.

Il Piano dovrà dunque essere mirato all'evidenziazione degli effetti sui diversi comparti ambientali, prodotti dalla realizzazione e dalla presenza in esercizio dell'opera autostradale, distinguendoli dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o dalle attività antropiche in atto sul territorio.

Nell'impostazione del Piano dovranno necessariamente essere assunte le linee guida qui di seguito sinteticamente riportate:

- identificazione delle attività potenzialmente impattanti;
- identificazione degli effetti da valutare;
- definizione degli indicatori del monitoraggio;
- valutazione della qualità ambientale;
- localizzazione delle aree di monitoraggio;
- programmazione delle attività;
- criteri per il controllo di qualità.

Tutte le attività di indagine saranno definite e programmate considerando una suddivisione cronologica in 3 fasi:

- ante operam;
- corso d'opera (o di costruzione);
- post operam (primi 12 mesi di esercizio).

Nei paragrafi che seguono viene descritta la struttura generale del sistema di monitoraggio e la contestualizzazione delle linee guida suddette, per la definizione delle attività di indagine nei diversi settori ambientali.

Al fine di monitorare compiutamente tutti gli indicatori ambientali descrittivi dello stato dell'ambiente e del territorio, sono stati individuati alcuni "settori ambientali" di riferimento all'interno dei quali far convogliare le singole misure di campagna.

I risultati sperimentali potranno inoltre essere articolati in elaborati e grafici complessi in grado di descrivere le varie interrelazioni tra i diversi indicatori e comprendere l'evoluzione dei fenomeni in atto.

I settori di riferimento sono riportati nella tabella che segue:

| Settore Ambientale   | Descrizione   |
|--|---|
| <b>Ambiente Antropico:</b><br>Atmosfera, Rumore e Vibrazioni | Indicatori chimico-fisici legati alla diffusione del rumore delle vibrazioni e della inquinazione atmosferica |
| <b>Ambiente Idrico:</b><br>Acque superficiali e sotterranee  | Indicatori chimico-fisici legati alla qualità ed al deflusso delle acque superficiali e sotterranee           |
| <b>Ambiente Naturale:</b><br>Fauna                           | Indicatori chimico-fisici legati alla distribuzione della fauna e alla qualità degli ecosistemi interessati   |

La struttura organizzativa prevista per il coordinamento e l'esecuzione delle attività di monitoraggio sarà impostata secondo i criteri guida qui di seguito elencati:

- uniformità e organicità delle risorse e delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- massima efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse ad alto livello in tutte le componenti del sistema operativo (personale qualificato, strumentazione, supporti informatici) e alla stretta integrazione delle attività di campo e di gestione dei dati relative ai diversi ambiti tematici del monitoraggio;
- massimo grado di oggettivazione di tutte le fasi di attività, in coerenza con il sistema di controllo della qualità del monitoraggio;
- gestione integrata di tutte le funzioni connesse con l'attività di monitoraggio: dalle operazioni di misura e trattamento dati alla consulenza specialistica intersettoriale, fino ai rapporti con enti esterni di controllo.

Nei capitoli che seguono sono descritti nel dettaglio tutti gli aspetti relativi all'esecuzione delle varie misure ed alla loro successiva analisi.

## 2.2 AMBIENTE ANTROPICO

Per ciò che riguarda il settore Antropico si prevede il monitoraggio delle componenti più significative, atmosfera, rumore e vibrazioni.

### 2.2.1 Atmosfera

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi nel corso d'opera e in 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, con possibile insorgere di problemi sanitari o di danni materiali;
- la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione, trattandosi di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri) e 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 e della deposizione al suolo 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 relativamente alle concentrazioni ambientali di fondo delle polveri nelle aree e nei punti in cui le attività di cantiere determineranno un significativo impatto. Le sorgenti indagate sono quelle ad oggi presenti sul territorio; il traffico veicolare autostradale e sulla rete viaria principale e secondaria, le attività agricole, ecc.

Le principali emissioni di polveri derivanti dalle attività del corso d'opera saranno determinate da:

- 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 risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti, dello smarino e degli impianti di betonaggio.

A parte verrà considerato il monitoraggio atmosferico nelle aree di cantiere in cui sarà eventualmente accertata la presenza di sostanze amiantifere, in questo caso verranno allestite centraline fisse e/o mobili per il controllo in continuo della concentrazione di fibre di amianto nell'atmosfera; le centraline saranno posizionate ai confini delle aree di cantiere in corrispondenza dei ricettori presenti.

Le campagne di monitoraggio post operam saranno finalizzate a verificare, nelle nuove condizioni di esercizio del tratto autostradale, le concentrazioni degli inquinanti da traffico in corrispondenza delle sezioni stradali più significative.

Gli indicatori previsti per il monitoraggio in corso d'opera saranno:

- concentrazione polveri totali aerodisperse e/o polveri sottili (PM10), espresse come valore medio nelle 24 ore in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (in aree urbanizzate);

La valutazione della qualità ambientale sarà svolta con riferimento alla normativa nazionale di settore e, in assenza di specifici riferimenti, a standard o valori di riferimento consolidati in ambito UE.

Il DPCM 28 Marzo 1983 fissa i limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni ed i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno ed i relativi metodi di prelievo e di analisi chimica al fine della tutela igienico sanitaria delle persone o comunità esposte.

Il DPR 24 Maggio 1988 n. 203, in attuazione delle direttive CEE n. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi della legge 16 Aprile 1987 n. 183, modifica i valori limite di qualità dell'aria per SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, introduce i valori guida per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e particelle sospese, modifica ed integra i metodi di prelievo e di analisi degli inquinanti.

I livelli di attenzione e di allarme sono contenuti nel D.M.A. 12.11.1992, "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria".

Il Decreto Legislativo del 4 Agosto 1999 n° 351, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n° 241 del 13 Ottobre 1999, recepisce la Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il Decreto 2 aprile 2002, n. 60, in attuazione alla Direttiva 1999/30/CE del 22.4.1999 stabilisce i valori limite e le soglie di allarme per gli inquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, piombo, benzene, che secondo le recenti direttive UE sulla qualità dell'aria costituiscono gli indicatori di uso preferenziali per le valutazioni d'impatto sulla salute.

Il provvedimento definisce i criteri per stabilire gli obiettivi di qualità dell'aria al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso.

La variabilità dei cicli di lavorazione e di produzione di polveri, unitamente alla variabilità meteorologica, consigliano di adottare una scansione temporale delle attività di monitoraggio che privilegi una azione distribuita rispetto ad una localizzata. La localizzazione di risorse in uno o pochi anni del corso d'opera ha infatti poche probabilità di intervenire con successo negli indirizzi delle mitigazioni eventualmente necessarie per ricondurre i fenomeni osservati all'interno di un range di valori accettabili.

Le campagne di monitoraggio ante operam e in corso d'opera dovranno essere svolte in corrispondenza dei periodi dell'anno caratterizzati dalle condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione delle polveri. Sono pertanto preferibili i mesi contraddistinti da valori minimi di precipitazioni meteoriche, da condizioni di media-elevata turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera e da un campo anemologico generalmente attivo.

Da queste condizioni meteorologiche consegue la "worst case" meteorologica per la dispersione delle polveri direttamente emesse nel corso delle lavorazioni e risollevate ad opera del vento e della turbolenza generata al passaggio degli autoveicoli sulle piste di cantiere e lungo la viabilità ordinaria.

## 2.2.2 Rumore

Le finalità del monitoraggio del rumore sono in termini generali riferibili a tre ordini di motivazioni:

- il monitoraggio come supporto al rispetto della normativa ambientale;
- il monitoraggio per prevenire le alterazioni e i rischi ambientali;
- il monitoraggio come supporto all'intervento.

Il monitoraggio assume un ruolo di supporto alla normativa ambientale in tutti i casi in cui si verifica la necessità di controllare il rispetto di standard o valori limite definiti dalle leggi, come ad esempio i limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1.3.1991 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio. Questa esigenza è sentita sia in fase di corso d'opera sia in fase di esercizio della infrastruttura in progetto.

Il monitoraggio fornisce inoltre l'opportunità di verificare l'efficacia di specifici interventi di mitigazione, sia in termini di variazione degli indicatori fisici (livelli di rumore) sia di risposta delle comunità esposte. Queste conoscenze consentono di migliorare gli interventi già realizzati, di ottimizzare i futuri interventi di pianificazione del risanamento acustico, evitando errori, inefficienze e sprechi, nonché di attivare politiche ed interventi di prevenzione.

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura quindi, 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.

L'esigenza di comporre un quadro conoscitivo dettagliato e approfondito dei livelli di inquinamento acustico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal progetto di monitoraggio, in coerenza con i principi e le azioni di salvaguardia promossi dalla Legge 447/1995, ripropone il problema di un adeguato protocollo, comprensivo di criteri per la scelta e definizione delle postazioni di rilievo e non solo delle tecniche di misura, nonché di analisi e interpretazione dei dati raccolti.

Il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1 marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissioni, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal DPCM 1 marzo 1991.

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera c), della legge 26



ottobre 1995, n. 447. Vengono inoltre indicate le caratteristiche degli strumenti di misura e delle catene di misura e le esigenze minime di certificazione della conformità degli strumenti alle specifiche tecniche (taratura).

Il D.P.R. n°142 del 30/03/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Il decreto definisce le infrastrutture stradali in armonia all'art. 2 del DL 30 aprile 1992 n. 285 e sue successive modifiche e all'Allegato 1 al decreto stesso, inoltre stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore e, in particolare, fissa i limiti applicabili all'interno e all'esterno della fascia di pertinenza acustica e in ambiente abitativo. I limiti all'esterno devono essere verificati in facciata agli edifici, a 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Il monitoraggio ante operam del rumore 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 a:

- tracciato autostradale attuale
- aree e viabilità di cantiere

Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività del corso d'opera sono attribuibili alle fasi sotto indicate.

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

Per poter stimare l'impatto sul clima acustico è necessario conoscere:

- i livelli di potenza sonora emessi dalle varie sorgenti, in base a dati di targa o a prescrizioni normative;
- le modalità di esercizio del cantiere e dei mezzi di trasporto (percentuale di utilizzazione di macchinari e impianti nell'arco della giornata, frequenza dei transiti di mezzi di trasporto...);
- le caratteristiche dei ricettori e la loro collocazione territoriale rispetto alla sorgente di rumore.

Nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno le emissioni di rumore di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue) o discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue).

Per quanto riguarda la scelta degli "indicatori", si osserva che la caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di parametri fisici

(Leq, Ln, Lmax, composizione spettrale etc.) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

L'attività di monitoraggio, al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure ante operam, in corso d'opera e post operam, la ripetibilità delle misure e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, dovrà essere svolta con appropriate metodiche e con strumentazioni conformi alle prescrizioni minime di legge.

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

Il monitoraggio deve pertanto essere programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata devono inoltre considerare i riferimenti normativi nazionali (DPCM 1.3.1991) 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.

L'attribuzione di una classe di qualità ambientale ad un ricettore verrà svolta correlando la sensibilità del ricettore, espressa dalla classe di zonizzazione acustica, all'indicatore di rumore livello equivalente continuo diurno e notturno misurato.

Al fine di introdurre delle soglie per mezzo delle quali controllare le dinamiche degli indicatori di rumore, programmare gli interventi correttivi e pianificare gli accertamenti straordinari, potranno essere utilizzate le definizioni di "valore di attenzione" e di "valore di allarme" introdotte dalla Legge Quadro sul rumore.

I criteri generali per la scelta delle aree e delle sezioni di monitoraggio sono:

- aree attraversate dall'attuale infrastruttura autostradale già attualmente "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;
- aree in cui il Sindaco, in sede di autorizzazione delle attività di cantiere, prescriva lo svolgimento di rilievi di rumore.

### 2.2.3 Vibrazioni

Il monitoraggio delle vibrazioni per le opere in progetto 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.

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

E' viceversa esclusivo compito delle imprese adottare tutti gli accorgimenti operativi per mezzo dei quali garantire la piena compatibilità delle vibrazioni nei confronti dei possibili danni materiali alle strutture (fessurazioni, lesioni, etc.).

- a. Verifica degli effetti sulla popolazione. Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e dalla frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'"annoyance" deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non hanno un organo bersaglio ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive. Le campagne di monitoraggio delle vibrazioni sono prevalentemente indirizzate a caratterizzare i livelli e degli spettri di accelerazione ante-operam e post-operam nel campo di frequenze compreso tra 1 Hz e 80 Hz. Le indagini vengono svolte all'interno degli edifici per i quali gli indicatori di esposizione e di interazione opera-ambiente testimoniano la possibile presenza di situazioni problematiche e consentono di "etichettare" gli indicatori di disturbo sulla popolazione in conformità alla ISO 2631-2.
- b. Verifica dell'interferenza con attività produttive. La continua tendenza in alcuni settori dell'industria e della ricerca a perfezionare e a rendere più precise le strumentazioni ha determinato il consolidarsi di situazioni di elevata sensibilità alle vibrazioni. Il funzionamento di microscopi ottici ed elettronici può ad esempio essere disturbato da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni.
- c. Verifica degli effetti su emergenze archeologiche e beni storico-monumentali. Le vibrazioni possono in alcune situazioni, o in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni ai beni monumentali o alle emergenze archeologiche. E' generalmente riconosciuto che i livelli di vibrazione in grado di determinare danni alle strutture sono più alti di quelli normalmente tollerati dalle persone. Questo implica che se in un'area è soddisfatto l'obiettivo prioritario di garantire alle comunità livelli vibrometrici accettabili, risulta automaticamente soddisfatto l'obiettivo di salvaguardare il patrimonio architettonico.

Il progetto di monitoraggio viene definito nella fase ante operam e di corso d'opera considerando tutto l'ambito territoriale di interazione potenziale, in conformità ai riferimenti normativi nazionali e internazionali.

La fase di esercizio richiede viceversa specifiche previsioni di monitoraggio solo in situazioni di esposizione molto particolari (edifici in prossimità di spalla di viadotto o altre discontinuità strutturali)

Il monitoraggio ante-operam delle vibrazioni ha lo scopo di fornire una esaustiva base di conoscenza dei livelli di vibrazione in un insieme di aree e punti che potranno essere interessati dalle attività di costruzione dell'infrastruttura stradale.

Verranno pertanto esaminate, anche in base alle indicazioni fornite dal piano di cantierizzazione e alle tecniche costruttive previste, le condizioni di esposizione dei ricettori prossimi a:

- aree e viabilità di cantiere;
- tracciato in progetto.

Il monitoraggio ante operam deve avere inoltre lo scopo di caratterizzare la vulnerabilità dei manufatti potenzialmente esposti a vibrazioni: gli edifici devono essere 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.

Le principali emissioni di vibrazioni derivanti dalle attività di corso d'opera sono attribuibili alle seguenti fasi:

- formazione dei rilevati (vibro-compattatori);
- scavo dei pali di fondazione (sistemi a scalpello);
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere (mezzi pesanti, escavatori, vibro-compattatori);
- movimentazione dei materiali (mezzi pesanti, dumper, ecc.);
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di discarica (benne, pale meccaniche, dumper, ecc.).

L'indicatore utilizzato per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici è la velocità massima di vibrazione, intesa come valore di picco nel campo di frequenze compreso tra 0.1 Hz e 100 Hz.

Al fine di introdurre degli indicatori funzionali agli obiettivi del programma di monitoraggio, devono inoltre essere identificati dei valori di attenzione e di allarme, espressi in termini di accelerazioni o velocità, con tre ordini di finalizzazione:

- controllo delle condizioni massime di disturbo;
- pianificazione delle azioni correttive attive e passive;
- pianificazione degli accertamenti straordinari da prevedere all'avvicinarsi a situazioni di criticità.

La determinazione ante-operam e di corso d'opera dei livelli di vibrazione deve essere effettuata mediante una serie di rilievi in un numero di punti di monitoraggio, fisicamente coincidenti con edifici, industrie o siti archeologici, selezionati internamente alle aree di monitoraggio.

Le metodiche di monitoraggio devono permettere la verifica degli standard di riferimento per l'esposizione della popolazione e dei manufatti in pieno accordo con la normativa di settore.

Gli standard vibrometrici internazionali elaborati dalla ISO (International Standards Organization) sono contenuti nella ISO 2631-1 e ISO 2631-2. Questi ultimi esaminano l'esposizione umana alle vibrazioni all'interno degli edifici.

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" nella quale sono recepite le norme ISO 4866 e DIN 4150.

I valori limite di qualità ambientale sono definiti in sede internazionale dalla ISO 2631-2 e in ambito nazionale dalla UNI9916: i limiti ISO, riferiti alla destinazione d'uso dell'immobile, al periodo notturno/diurno, agli assi di applicazione della sollecitazione e alla frequenza, sono di difficile uso se l'obiettivo è quello di utilizzare un indicatore unico correlato alla qualità ambientale e immediatamente confrontabile con i rilievi sperimentali.

Al fine di inserire i risultati del monitoraggio ambientale ante operam e di corso d'opera in una scala di qualità ambientale unica e di facile interpretazione, può risultare quindi estremamente conveniente il ricorso alle definizioni della UNI9614 e ad una matrice di correlazione tra classi di sensibilità, livelli ante-operam/corso d'opera e valori limite di immissione.

L'ambito di significatività del fenomeno vibrometrico in fase di costruzione del tracciato autostradale ha ampiezza variabile e può essere definito per mezzo di una valutazione previsionale di prima approssimazione basata sulla considerazione di:

- geolitologia del terreno;
- sensibilità dei ricettori (destinazioni d'uso dei fabbricati);
- distanza minima sorgente-ricettore;
- risposta dei manufatti alle vibrazioni;
- livello di interazione opera-ambiente.

La localizzazione dei punti di monitoraggio è basata su tre criteri:

- rappresentare situazioni specifiche, caratterizzate da livelli di impatto potenziale alto, medio e basso associate a varie condizioni di sensibilità del ricettore, ma al tempo stesso "generali" e riproducibili in altri ambiti presenti lungo il tracciato autostradale e le aree di cantiere;
- verificare la criticità ante-operam in tutte quelle situazioni in cui sono presenti sorgenti di vibrazione sinergiche a quelle di futura localizzazione;
- caratterizzare la sensibilità delle diverse tipologie costruttive presenti lungo il tracciato.

## 2.3 AMBIENTE IDRICO

### 2.3.1 Monitoraggio acque superficiali

Il monitoraggio ambientale della componente in esame ha come obiettivo quello di individuare le eventuali variazioni che la realizzazione dell'ampliamento alla terza corsia

della tratta Firenze - Pistoia potrebbe apportare alle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio attraversato.

È necessario precisare che la finalità principale del monitoraggio delle acque superficiali è quella di individuare le eventuali variazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica.

### 2.3.2 Identificazione degli impatti da monitorare e definizione degli indicatori

Gli impatti possibili sull'ambiente idrico superficiale, dovuti alla realizzazione dell'opera, possono essere schematicamente riassunti in:

- modifica del regime idrologico;
- inquinamento della risorsa idrica.

Il monitoraggio verrà articolato nelle tre fasi stato attuale, in corso d'opera e post operam.

I parametri previsti nel monitoraggio sono gli stessi per tutte e tre le fasi di monitoraggio programmate, ossia:

- parametri chimico-fisici;
- parametri chimici;
- indicatori biologici.

Tra gli indicatori biologici viene effettuato il calcolo dell'Indice Biotico Esteso (IBE), mediante l'analisi qualitativa delle specie indicatrici di macroinvertebrati presenti nel corso d'acqua; inoltre si considera l'indice di funzionalità fluviale (IFF), che è un parametro 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.

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.

### 2.3.3 Criteri per l'identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio

Le aree interessate dal monitoraggio sono gli attraversamenti dei corsi d'acqua con il tracciato che:

- appartengono alla rete idrica maggiore;
- garantiscono la presenza di acqua per almeno 240 giorni.

I punti di monitoraggio si trovano in corrispondenza delle sezioni in cui si verifica l'interferenza dell'opera con i corsi d'acqua identificati nei paragrafi precedenti a seguito delle lavorazioni di cantiere e opere permanenti.

In corrispondenza di ciascun corso d'acqua saranno posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio Monte (M) e Valle (V) con la finalità di valutare, in tutte le fasi di monitoraggio, non tanto il valore assoluto degli indicatori in ciascun sito, quanto invece la variazione dello stesso parametro tra i due punti di misura e di riconoscere eventuali impatti determinati dalla presenza di lavorazioni e/o cantieri.

### 2.3.4 Monitoraggio acque sotterranee

Per le acque sotterranee il monitoraggio ambientale assume l'obiettivo specifico di verificare le condizioni idrologiche e la qualità delle acque di falda al fine di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione



dell'infrastruttura in progetto, sugli equilibri idrogeologici delle aree attraversate dall'infrastruttura stessa.

A tal fine è stato quindi necessario esaminare le tipologie di opere previste nel progetto stradale in esame, l'ubicazione e le caratteristiche delle aree di cantiere ed i loro potenziali impatti sulla componente ambientale considerata.

L'eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive, al raggiungimento della falda in occasione di lavorazioni profonde o al contributo delle acque di dilavamento della piattaforma stradale, con particolare riferimento a quelle di prima pioggia, dotate di maggiori concentrazioni dei potenziali agenti contaminanti. L'azione di monitoraggio comporterà la costruzione di una rete di rilevamento dati composta da stazioni (piezometri) realizzate ex-novo con caratteristiche tecnico-costruttive ben precise secondo lo scopo.

### 2.3.5 Identificazione degli impatti da monitorare e definizione degli indicatori

Il rischio maggiore per le acque sotterranee si riferisce, come già accennato, alle lavorazioni profonde e a tutte le operazioni di consolidamento dei terreni per mezzo di immissione di sostanze nel terreno e di scavi profondi.

In particolare i parametri caratterizzanti l'acquifero da monitorare sono quelli fisici (livello piezometrico) oltre a quelli chimici.

Sulla base degli esiti dello stato attuale e dei materiali che verranno impiegati nel corso delle lavorazioni, la lista dei parametri potrà essere concordata con l'Ente di controllo.

### 2.3.6 Criteri per l'Identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio

Per l'identificazione delle aree che saranno interessate dalle attività di monitoraggio sono stati valutati i seguenti aspetti:

- verifica della cartografia geologica;
- esame dello studio idrogeologico allegato al progetto;
- consultazione della cartografia relativa alla vulnerabilità dell'acquifero;
- consultazione della cartografia relativa al rischio idrogeologico;
- verifica dell'eventuale presenza di pozzi;
- controllo della presenza di situazioni note di contaminazione;
- caratteristiche del tracciato;
- lavorazioni previste (con particolare attenzione a pile di ponti e viadotti);
- aree di cantiere.

Tra le aree oggetto delle attività di monitoraggio, non sono state considerate quelle poste in corrispondenza di siti potenzialmente contaminati. La verifica e la caratterizzazione di tali aree sono garantite da un'attività progettuale sviluppata parallelamente. Il piano di monitoraggio dovrà essere raccordato con tali documenti secondo i criteri sopra esposti.

È stata inoltre verificata la presenza di pozzi, pubblici e privati, lungo le tratte in esame. In cartografia vengono identificate le diverse tipologie di pozzi, nonché le fasce di rispetto per i punti di captazione idropotabile pubblici. La zona di rispetto è stata individuata in conformità a quanto previsto dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.; in assenza di informazioni in merito è stata indicata con il metodo geometrico della circonferenza avente raggio 200 m.

Le aree più soggette a potenziali fenomeni di inquinamento sono:

- aree che presentano caratteristiche geologiche ed idrogeologiche che potrebbero determinare la migrazione e la propagazione di eventuali inquinanti nel primo acquifero (acquifero libero principale);
- aree che presentano elevata vulnerabilità dell'acquifero libero principale;
- aree interessate da lavorazioni che potrebbero interferire con la falda.

In ciascuna delle zone sensibili individuate nell'ambito dello studio idrogeologico del progetto e del SIA dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio che devono rispettare il criterio del monte e del valle rispetto alla direzione di deflusso della falda.

Tale criterio consente infatti di valutare, non tanto il valore assoluto degli indicatori in ciascun sito, quanto invece la variazione dello stesso parametro tra i due punti di misura e di riconoscere eventuali impatti determinati dalla presenza di lavorazioni/cantieri e dell'opera stessa.

Tutti i punti da monitorare sono individuati lungo il tracciato, a meno delle aree particolari che necessitano di un monitoraggio più esteso dal punto di vista spaziale, secondo il criterio sopra citato.

## 2.4 FAUNA

### 2.4.1 Obiettivi e definizione del Monitoraggio

Nel caso in esame, il monitoraggio ambientale ha, preliminarmente, lo scopo di caratterizzare lo stato della componente prima dell'apertura dei cantieri.

Nella fase "in corso d'opera" ha la finalità di verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione della componente e nella verifica della sua evoluzione e predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi.

Nella fase "post operam" è finalizzato invece a:

- accertare la corretta applicazione delle misure di mitigazione ambientale al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla componente faunistica.

### 2.4.2 Identificazione degli impatti da monitorare

I potenziali impatti sulle componenti in esame sono sintetizzabili nelle categorie di azione che seguono.

Fase di costruzione:

- circolazione e funzionamento dei mezzi di cantiere;
- spostamento di masse di terra;
- apertura delle piste di servizio.

Fase di esercizio:

A differenza di quanto avviene durante la fase di costruzione, nella fase di esercizio gli impatti prodotti sono da considerarsi permanenti.

Le cause principali di impatto in fase di esercizio sono :

- presenza della strada come barriera fisica;
- inquinamento da rumore;
- inquinamento atmosferico;
- fonte di mortalità diretta della fauna;

- rilascio di inquinanti da acque meteoriche di dilavamento piattaforma.

Per il monitoraggio della fauna si effettueranno indagini finalizzate a individuare eventuali alterazioni correlate alle attività di costruzione; in dettaglio:

- interruzione o alterazione di corridoi biologici;
- sottrazione o alterazione di habitat faunistici;
- abbattimento della fauna.

#### **2.4.3 Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio**

Le aree all'interno delle quali concentrare le indagini per il monitoraggio, verranno individuate in relazione alla loro posizione rispetto al tracciato. Ovvero, tra tutte le aree che presentano un rilevante carattere di qualità e vulnerabilità (con specifico riferimento ai SIC) sono state individuate e scelte per il monitoraggio tutte quelle rispondenti ai seguenti criteri:

- aree intercettate dal tracciato di progetto;
- aree di cantiere;
- aree soggette a interventi per le opere di mitigazione ambientale.

### 3 SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO

Per rispondere in maniera efficace ed efficiente alle esigenze del Monitoraggio nel suo insieme, si prevede la realizzazione di un Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM) che costituirà uno dei punti nodali nell'archiviazione e gestione dei dati rilevati. Tale sistema rappresenta infatti uno degli aspetti più complessi e articolati del Monitoraggio Ambientale, in relazione soprattutto ai fattori sotto evidenziati:

- Necessità di gestire con procedure uniformi i dati derivanti dai diversi settori di indagine interessati dal piano;
- Presenza di tipologie di dati notevolmente diversificate anche all'interno dello stesso settore di indagine;
- Necessità di produrre restituzioni finali notevolmente diversificate in relazione alla periodicità, al livello di dettaglio tecnico-scientifico e divulgativo, alle modalità di diffusione;
- Necessità di supportare specifiche procedure di gestione delle anomalie;
- Necessità di riportare tutte le funzioni e attività di gestione dati all'interno del Sistema di Qualità relativo all'intero progetto.

Alla luce di queste premesse appare chiaro come il SIM dovrà rispondere alle seguenti specifiche:

1. Possibilità di archiviare i dati acquisiti durante il monitoraggio in un database di tipo informatico considerando le seguenti tipologie:
  - a. misure sperimentali; relative alle varie componenti ambientali (rumore, vibrazioni, atmosfera, fauna, suolo, vegetazione, ecc.); Questi tipi di misure potranno essere sia un dato puro e semplice che documenti di tipo informatico (Word, Excel, Autocad, ecc.);
  - b. Cartografia delle postazioni di misura; punti di rilievo - suddivisi per tipologia - gestiti da un programma GIS;
  - c. Planimetrie di progetto e stato d'avanzamento dei lavori; elaborati gestiti attraverso un programma grafico quale Autocad.
2. Possibilità di generare documenti ed elaborati, utilizzando i dati acquisiti, per rapporti specialistici o note tecniche (grafici o tabelle sui dati rilevati);
3. Possibilità di effettuare interrogazioni configurabili sulla banca dati informatica con la produzione di risultati articolati e complessi, mettendo in relazione diverse tipologie di rilievo per un'analisi più dettagliata e completa del monitoraggio.
4. Possibilità di consultazione dei dati da parte dell'esterno del sistema.

La consultazione dall'esterno potrà avvenire attraverso la pubblicazione di un sito WEB che dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a. visualizzare la cartografia con il tracciato di progetto ed i punti di monitoraggio per la varie componenti (rumore, vibrazione, atmosfera, fauna, ecc.);
- b. visualizzare, per ogni postazione di misura una relazione sintetica sulle misure eseguite allo stato attuale.

### 4 GESTIONE DEL MONITORAGGIO E DELLE ANOMALIE AMBIENTALI

La filosofia che è alla base della costruzione dell'intero sistema del monitoraggio ambientale, sintetizzata nel presente documento, è tesa a limitare al massimo la possibilità che si verifichino emergenze ambientali incontrollabili. Come più volte accennato in precedenza, infatti, la realizzazione dell'infrastruttura in progetto andrà ad interferire con un ambiente ed un territorio che presenta degli elementi di vulnerabilità molto elevati sia per le componenti antropiche che per quelle naturali.

L'articolazione del sistema di monitoraggio dovrà dunque fornire le garanzie necessarie sul controllo e verifica puntuale dei fenomeni che si andranno sviluppando nel corso dei lavori; inoltre, il SIM costituirà il punto di riferimento del controllo sull'evoluzione territoriale in relazione all'avanzamento dei lavori.

#### 4.1 Struttura del Monitoraggio ambientale

Alla luce di quanto fin qui esposto l'architettura del sistema di monitoraggio sarà studiata in modo tale da consentire un'efficace interscambio dei dati e dei risultati dei rilievi stessi integrando le seguenti tre funzioni:

1. esecuzione di misure;
2. organizzazione e gestione dei dati;
3. analisi integrate e commento dei risultati.

Dovrà inoltre essere predisposto un Sistema Controllo Qualità con l'obiettivo di tenere sotto controllo tutte le evenienze, ed in particolare le emergenze, attraverso procedure documentate ed accettate affinché siano chiari e definiti i diversi rapporti di interfaccia.

Per garantire infine l'efficacia di un sistema siffatto dovrà essere stabilito e regolamentato un rapporto stretto e costante con i tecnici della Direzione Lavori e delle Imprese costruttrici al fine di rendere realizzabili interventi preventivi nella gestione dell'andamento dei lavori in modo da minimizzare gli impatti e/o fornire dati funzionali alla predisposizione di eventuali interventi di mitigazione.

Si precisa a tal proposito che il Monitoraggio Ambientale, fornendo un supporto tecnico specialistico nelle diverse discipline interessate, si propone esclusivamente come strumento di controllo delle componenti ambientali di riferimento ma riservando ad altri soggetti (Direzione Lavori, Imprese, ...) il compito di progettare ed eseguire eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi sull'ambiente, nel caso si dovessero evidenziare interferenze tra le opere in costruzione ed il territorio circostante.



#### **4.2 Sistema di soglie di azione**

Le potenziali situazioni di interferenza con l'ambiente naturale delle opere autostradali, nelle fasi di costruzione e di esercizio, che configurano condizioni di "emergenza", richiederanno necessariamente segnalazioni sistematiche, ed oggettive in conseguenza ad eventuali anomalie nei valori dei parametri monitorati rispetto a:

- condizioni di Ante Operam;
- previsioni progettuali;
- valori di soglia;
- limiti di legge.

Dovrà dunque essere predisposto un sistema di gestione delle criticità basato criteri sistematici, coerenti ed obiettivi per qualificare le eventuali anomalie, attraverso:

- Definizione indicatori
- Definizione tipologie di soglie
- Individuazione valori di soglia