

**STRADA S.S. N.219 "GUBBIO - PIAN D'ASSINO"**  
**ADEGUAMENTO TRATTO GUBBIO-UMBERTIDE**  
**2° LOTTO: MOCAIANA-UMBERTIDE - 1° STRALCIO: MOCAIANA-PIETRALUNGA**  
 CIG 6038565D77 - CUP F31B12000720001

**SOGGETTO ATTUATORE ANAS S.p.A.**

**PROGETTO ESECUTIVO**

IMPRESA:



PROGETTAZIONE:

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
 FRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
 Ing. GIOVANNA CASSANI

PROGETTAZIONE OPERE IN SOTTERRANEO  
 Ing. GIOVANNA CASSANI

GEOLOGIA  
 Dott.ssa Geol. FIORENZA PENNINO



PROGETTAZIONE STRUTTURALE  
 Ing. PIER PAOLO CORCHIA

PROGETTAZIONE STRADALE,  
 IDRAULICA DI PIATTAFORMA E IMPIANTI  
 Ing. FILIPPO VIARO

PROGETTAZIONE AMBIENTALE  
 PAESAGGISTICA E ARCHITETTONICA  
 Arch. SERGIO BECCARELLI



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

PIANO UTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO  
 Dott. Geol. CARLO CALEFFI  
 ENGE0 srl

ARCHEOLOGIA  
 Dott.ssa Archeologa FRANCESCA GERMINI

ACUSTICA  
 Ing. GIOVANNI BRIANTI  
 POLICREO srl

ASPETTI ENERGETICI E PRESTAZIONALI  
 Ing. SANDRO DE FEO  
 TKP turnkey projects engineering srl

SICUREZZA  
 Ing. GIUSEPPE OLIVA  
 OLIVA & ASSOCIATI

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**RELAZIONE SUL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. A. DEVITOFRANCESCHI

| CODICE PROGETTO |   |          | NOME FILE                   | REVISIONE | SCALA                |
|-----------------|---|----------|-----------------------------|-----------|----------------------|
| PROGETTO        | LIV. PROG.  | N. PROG. | T00M000MOARE01C.docx        |           |                      |
| DPPG05          | E   | 1701     | CODICE ELAB. T00M000MOARE01 | C         | —                    |
| C               | REVISIONE PER OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI ISPRA     |          | 31/01/2019                  | BRIANTI   | BECCARELLI CASSANI   |
| B               | REVISIONE PER OTTEMPERANZA AL QUADRO PRESCRITTIVO |          | 28/09/2018                  | BRIANTI   | BECCARELLI CASSANI   |
| A               | EMISSIONE   |          | 20/06/2018                  | BRIANTI   | BECCARELLI CASSANI   |
| REV.            | DESCRIZIONE                                       |          | DATA                        | REDATTO   | VERIFICATO APPROVATO |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. IMPOSTAZIONE DEL PMA E INDIRIZZI NORMATIVI</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1. REQUISITI "MINIMI" FONDAMENTALI DEL PMA  | 6         |
| 1.2. STRUTTURA DEL PMA  | 7         |
| 1.3. INNOVAZIONE SMART E "UMANIZZAZIONE"  | 9         |
| 1.4. FLESSIBILITÀ E RAPIDITÀ DI RISPOSTA  | 9         |
| 1.5. SINERGIE PMA: IL MONITORAGGIO METEOROLOGICO  | 9         |
| 1.6. PMA, RESPONSABILE AMBIENTALE RA DI CANTIERE E SGA  | 12        |
| 1.7. IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE  | 15        |
| 1.8. INDICAZIONI SPECIFICHE PER L'ANALISI DELLE SINGOLE COMPONENTI                              | 16        |
| <b>2. ATMOSFERA E METEOROLOGIA</b>  | <b>17</b> |
| 2.1. OBIETTIVI  | 17        |
| 2.2. IL QUADRO PRESCRITTIVO   | 17        |
| 2.3. METODICHE PMA "BASE"   | 18        |
| 2.3.1. Premessa   | 18        |
| 2.3.2. PMA Fase di esercizio  | 19        |
| 2.3.3. PMA fase di cantiere   | 19        |
| 2.3.4. Meteorologia   | 20        |
| 2.4. PUNTI DI MONITORAGGIO  | 21        |
| 2.5. FREQUENZE DI MONITORAGGIO  | 22        |
| 2.6. SINTESI OPERATIVA DEL PIANO  | 22        |
| 2.7. DEFINIZIONE METODICHE PMA "PREVENZIONE ED EMERGENZA"                                       | 23        |
| 2.8. DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE PER L'ATTIVAZIONE DI METODICHE DI APPROFONDIMENTO              | 26        |
| <b>3. ACQUE SUPERFICIALI</b>  | <b>32</b> |
| 3.1. RIFERIMENTI NORMATIVI  | 33        |
| 3.1.1. Leggi di tutela ambientale in materia di acque superficiali                              | 33        |
| 3.1.2. Linee guida  | 33        |
| 3.1.3. Pianificazione territoriale  | 34        |
| 3.1.4. Analisi di laboratorio delle acque, parametri descrittivi, standard per gli accertamenti | 34        |
| 3.2. DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA  | 34        |
| 3.3. ACCERTAMENTI PROGRAMMATI   | 35        |
| 3.3.1. Criteri per la selezione di punti di monitoraggio  | 35        |
| 3.3.2. Monitoraggio ante operam (AO)  | 35        |
| 3.3.2.1. Finalità   | 35        |
| 3.3.2.2. Parametri da determinare in AO   | 36        |
| 3.3.2.3. Frequenza delle operazioni di AO   | 37        |
| 3.3.3. Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)   | 37        |
| 3.3.3.1. Finalità   | 37        |
| 3.3.3.2. Parametri da determinare nel CO  | 38        |
| 3.3.3.3. Frequenza delle operazioni di CO   | 38        |
| 3.3.4. Monitoraggio Post Operam (PO)  | 39        |
| 3.3.4.1. Finalità   | 39        |
| 3.3.4.2. Parametri da determinare nel PO  | 39        |
| 3.3.4.3. Frequenza delle operazioni di PO   | 39        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.4.      | SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI .....  | 40        |
| 3.4.1.    | <i>Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio</i> .....                    | 40        |
| 3.4.2.    | <i>Metodologia di esecuzione delle analisi</i> .....   | 41        |
| 3.4.2.1   | Analisi chimico fisiche .....  | 41        |
| 3.4.2.2   | Analisi Batteriologiche.....   | 41        |
| 3.4.2.3   | Misurazioni di portata .....   | 41        |
| <b>4.</b> | <b>ACQUE SOTTERRANEE</b> .....   | <b>42</b> |
| 4.1.      | RIFERIMENTI NORMATIVI.....   | 42        |
| 4.1.1.    | <i>Leggi di tutela ambientale riguardanti anche le acque sotterranee</i> .....                                 | 42        |
| 4.1.2.    | <i>Analisi di laboratorio delle acque sotterranee, parametri descrittivi e loro limiti</i> .....               | 43        |
| 4.1.3.    | <i>Campionamento acque</i> .....   | 43        |
| 4.1.4.    | <i>Letteratura scientifica</i> .....   | 43        |
| 4.1.5.    | <i>Trivellazione pozzi</i> .....   | 44        |
| 4.2.      | ACCERTAMENTI PROGRAMMATI .....   | 44        |
| 4.2.1.    | <i>Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio</i> .....  | 44        |
| 4.2.2.    | <i>Criteri per la scelta dei parametri da monitorare</i> .....   | 45        |
| 4.2.3.    | <i>Monitoraggio Ante Operam (AO)</i> .....   | 45        |
| 4.2.3.1   | Finalità .....   | 45        |
| 4.2.3.2   | Parametri da determinare in fase di AO (metodica A2).....  | 46        |
| 4.2.3.3   | Frequenza delle operazioni di AO.....  | 46        |
| 4.2.4.    | <i>Monitoraggio in Corso d'Opera</i> .....   | 47        |
| 4.2.4.1   | Finalità .....   | 47        |
| 4.2.4.2   | Parametri da determinare nel CO .....  | 48        |
| 4.2.4.3   | Frequenza delle operazioni di CO.....  | 48        |
| 4.2.5.    | <i>Monitoraggio Post Operam (PO)</i> .....   | 48        |
| 4.2.5.1   | Finalità .....   | 48        |
| 4.2.5.2   | Parametri da determinare nel PO .....  | 48        |
| 4.2.5.3   | Frequenza delle operazioni di PO.....  | 49        |
| 4.3.      | SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI .....  | 52        |
| 4.3.1.    | <i>Piezometri di nuova installazione</i> .....   | 52        |
| 4.3.1.1   | Modalità esecutive .....   | 52        |
| 4.3.1.2   | Dati sulle perforazioni.....   | 52        |
| 4.3.2.    | <i>Rilevamento ed acquisizione delle informazioni</i> .....  | 53        |
| 4.3.2.1   | Misure piezometriche – Linee guida .....   | 53        |
| 4.3.2.2   | Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida .....   | 54        |
| 4.3.3.    | <i>Modalità di campionamento ed analisi delle acque</i> .....  | 56        |
| 4.3.3.1   | Metodologie di misura e campionamento.....   | 58        |
| 4.3.3.2   | Prelievo campioni acque sotterranee per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio .....         | 58        |
| 4.3.3.3   | Metodologia di esecuzione delle analisi .....  | 59        |
| <b>5.</b> | <b>SUOLO</b> .....   | <b>60</b> |
| 5.1.      | ACCERTAMENTI ANTE OPERAM .....   | 60        |
| 5.2.      | ACCERTAMENTI IN CORSO D'OPERA .....  | 60        |
| 5.3.      | ACCERTAMENTI POST OPERAM .....   | 60        |
| 5.4.      | INDICAZIONI NORMATIVE PER IL MONITORAGGIO .....  | 60        |
| 5.5.      | RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DEL SUOLO - INTERVENTI PER PIANIFICARE<br>MITIGAZIONE E RIPRISTINO ..... | 61        |
| 5.5.1.1   | Gli interventi.....  | 62        |
| 5.6.      | DESCRIZIONE DEI CANTIERI .....   | 62        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 5.7.      | DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE .....  | 63        |
| 5.7.1.    | <i>Parametri pedologici (in situ – metodica S1)</i> .....   | 63        |
| 5.7.2.    | <i>Parametri chimico-fisici: in situ e/o in laboratorio (metodica S2)</i> .....                             | 66        |
| 5.8.      | DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE.....   | 69        |
| 5.8.1.    | <i>Trivellate pedologiche</i> .....   | 70        |
| 5.8.2.    | <i>Scavi pedologici</i> .....   | 70        |
| 5.8.3.    | <i>Analisi di laboratorio</i> .....   | 70        |
| 5.9.      | STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE PER LA MATRICE PEDOLOGICA .....   | 72        |
| 5.10.     | CRITERI PER LA SCELTA ED INDICAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO .....                                       | 72        |
| 5.11.     | ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI.....   | 73        |
| 5.12.     | DOCUMENTI DI SINTESI DEL MONITORAGGIO .....   | 73        |
| <b>6.</b> | <b>FLORA E FAUNA .....</b>  | <b>75</b> |
| 6.1.      | PREMESSA ED OBIETTIVI DEL PMA .....   | 75        |
| 6.2.      | RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI .....   | 75        |
| 6.2.1.    | <i>Comunità vegetali</i> .....  | 76        |
| 6.2.2.    | <i>Flora</i> .....  | 76        |
| 6.2.3.    | <i>Fauna</i> .....  | 77        |
| 6.2.3.1   | <i>Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi</i> .....   | 77        |
| 6.2.4.    | <i>Fauna mobile terrestre</i> .....   | 77        |
| 6.2.5.    | <i>Comunità di macroinvertebrati</i> .....  | 78        |
| 6.3.      | DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA .....   | 78        |
| 6.4.      | CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INDAGINE .....   | 78        |
| 6.4.1.    | <i>Vegetazione e paesaggi vegetali</i> .....  | 78        |
| 6.4.2.    | <i>Principali caratteri della fauna</i> .....   | 80        |
| 6.5.      | ATTIVITÀ PREVISTE .....   | 82        |
| 6.5.1.    | <i>Finalità del monitoraggio e parametri oggetto del rilevamento</i> .....                                  | 82        |
| 6.5.2.    | <i>Articolazione temporale degli accertamenti</i> .....   | 82        |
| 6.6.      | SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE INDAGINI .....   | 83        |
| 6.6.1.    | <i>Aspetti generali</i> .....   | 83        |
| 6.6.1.1   | <i>Metodiche d'indagine</i> .....   | 85        |
| 6.6.1.2   | <i>Indagine tipo A: Monitoraggio dei singoli individui vegetali di pregio</i> .....                         | 85        |
| 6.6.1.3   | <i>Indagine tipo A1: Verifica del successo nuovi impianti</i> .....   | 87        |
| 6.6.1.4   | <i>Indagine tipo B<sub>1</sub>: Analisi floristica per fasce campione</i> .....                             | 88        |
| 6.6.1.5   | <i>Indagine tipo B<sub>2</sub>: Censimento delle comunità vegetali mediante metodo Braun-Blanquet</i> ..... | 88        |
| 6.6.1.6   | <i>Indagine tipo C: Censimento della fauna mobile terrestre</i> .....                                       | 88        |
| 6.6.1.7   | <i>Indagine tipo D Analisi quali-quantitativa dell'avifauna nidificante</i> .....                           | 89        |
| 6.6.1.8   | <i>Indagine tipo E: Analisi quali-quantitativa dell'avifauna migratrice non nidificante</i> .....           | 89        |
| 6.6.1.9   | <i>Indagine tipo F: Analisi quali-quantitativa dell'avifauna legata agli ambienti umidi</i> .....           | 89        |
| 6.6.1.10  | <i>Indagine tipo G: Monitoraggio dei passaggi faunistici</i> .....  | 89        |
| 6.7.      | SCELTA DELLE AREE DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO.....   | 89        |
| 6.7.1.    | <i>Aspetti generali</i> .....   | 89        |
| 6.7.2.    | <i>Localizzazione delle aree di indagine</i> .....  | 90        |
| 6.7.2.1   | <i>Metodologia utilizzata e frequenza</i> .....   | 90        |
| 6.7.2.2   | <i>Individuazione dei punti di monitoraggio</i> .....   | 92        |
| 6.7.3.    | <i>Criteri per la definizione dei livelli di criticità ambientale</i> .....                                 | 93        |
| 6.7.4.    | <i>Caratteristiche degli elaborati di output</i> .....  | 93        |
| 6.7.4.1   | <i>Relazione generale dell'attività di monitoraggio</i> .....   | 94        |
| 6.8.      | BIBLIOGRAFIA.....   | 94        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>7. PAESAGGIO</b>   | <b>96</b>  |
| 7.1. RIFERIMENTI NORMATIVI  | 96         |
| 7.2. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO                         | 97         |
| 7.3. LOCALIZZAZIONE E ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI PUNTI DI MISURA       | 99         |
| <b>8. RUMORE</b>  | <b>100</b> |
| 8.1. OBIETTIVI  | 100        |
| 8.2. IL QUADRO PRESCRITTIVO   | 100        |
| 8.3. METODICHE PMA "BASE"   | 101        |
| 8.4. PUNTI DI MONITORAGGIO  | 102        |
| 8.5. FREQUENZE DI MONITORAGGIO  | 106        |
| 8.6. SINTESI OPERATIVA DEL PIANO  | 106        |
| 8.7. DEFINIZIONE METODICHE PMA "PREVENZIONE ED EMERGENZA"               | 108        |
| 8.7.1. Misure di collaudo   | 108        |
| 8.7.2. Misure PMA di emergenza  | 109        |
| 8.7.3. Modalità di rilevamento  | 110        |
| 8.7.4. Sistema di monitoraggio  | 110        |
| 8.7.5. Parametri di rilevamento   | 111        |
| 8.8. PROCEDURE PER L'ATTIVAZIONE DELLE MISURE PMA EMERGENZA             | 112        |
| <b>9. VIBRAZIONI</b>  | <b>113</b> |
| 9.1. OBIETTIVI  | 113        |
| 9.2. IL QUADRO PRESCRITTIVO   | 113        |
| 9.3. DEFINIZIONE METODICHE PMA "BASE"                                   | 113        |
| 9.4. PUNTI DI MONITORAGGIO  | 114        |
| 9.5. FREQUENZE DI MONITORAGGIO  | 115        |
| 9.6. SINTESI OPERATIVA DEL PIANO  | 116        |
| 9.7. DEFINIZIONE METODICHE PMA "PREVENZIONE ED EMERGENZA"               | 116        |
| 9.8. DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE PER L'ATTIVAZIONE DEL PMA DI EMERGENZA | 116        |

## 1. IMPOSTAZIONE DEL PMA E INDIRIZZI NORMATIVI

Nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici generali " del 18.12.2013, successivamente integrati con gli indirizzi specifici (2014-2015), redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali, con i contributi di ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, lo scopo delle attività di monitoraggio è chiaramente identificato:

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

D.Lgs.152/2006 e s.m.i. descrive le finalità del monitoraggio ambientale:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisi per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

Il PMA deve pertanto occuparsi degli **impatti ambientali significativi**, così come documentati dagli studi ambientali, e non dovrebbe all'opposto occuparsi di componenti ambientali e indicatori per i quali gli studi hanno escluso la presenza di impatti significativi. Il PMA deve inoltre attentamente considerare le **prescrizioni degli Enti** e permettere **l'individuazione tempestiva degli impatti negativi**. In ultimo i risultati del monitoraggio devono essere **comunicati al pubblico**.

Questi presupposti permettono di organizzare in modo efficace i contenuti tecnici e metodologici del Piano di Monitoraggio Ambientale.

### 1.1. REQUISITI "MINIMI" FONDAMENTALI DEL PMA

Per rispondere alle finalità previste dalla normativa il PMA dovrà soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- il PMA ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera progettata: il Proponente non è pertanto tenuto a programmare monitoraggi

ambientali connessi a finalità diverse da quelle indicate nel capitolo introduttivo ed a sostenere conseguentemente oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all'opera in progetto;

- il PMA deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA (estensione dell'area geografica interessata, caratteristiche di sensibilità/criticità; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità) e conseguentemente le specifiche modalità di attuazione del MA dovranno essere adeguatamente proporzionate in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti/stazioni di monitoraggio, parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc.;
- il PMA deve essere, ove possibile, coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente. Tale condizione garantisce che il MA effettuato dal proponente non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti con finalità diverse dal monitoraggio degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto; nel rispetto dei diversi ruoli e competenze, il proponente potrà disporre dei dati e delle informazioni, dati generalmente di lungo periodo, derivanti dalle reti e dalle attività di monitoraggio ambientale, svolte in base alle diverse competenze istituzionali da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;
- il PMA rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazioni già contenute nel Progetto e nello SIA: i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del documento (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi).

## 1.2. STRUTTURA DEL PMA

La struttura che assume il PMA esecutivo si compone di un **PMA di base** "focalizzato" sulle necessità prioritarie di controllo evidenziate dagli studi ambientali e dal quadro prescrittivo, interfacciato ad un **PMA "Prevenzione ed Emergenza"** in grado di attivare rapidamente, al superamento di soglie di allarme, delle indagini complementari e rispondenti all'obiettivo di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione attuati dal SGA in base alle indicazioni del responsabile ambientale di cantiere.

La **Figura 1-1** esemplifica i concetti precedentemente esposti.

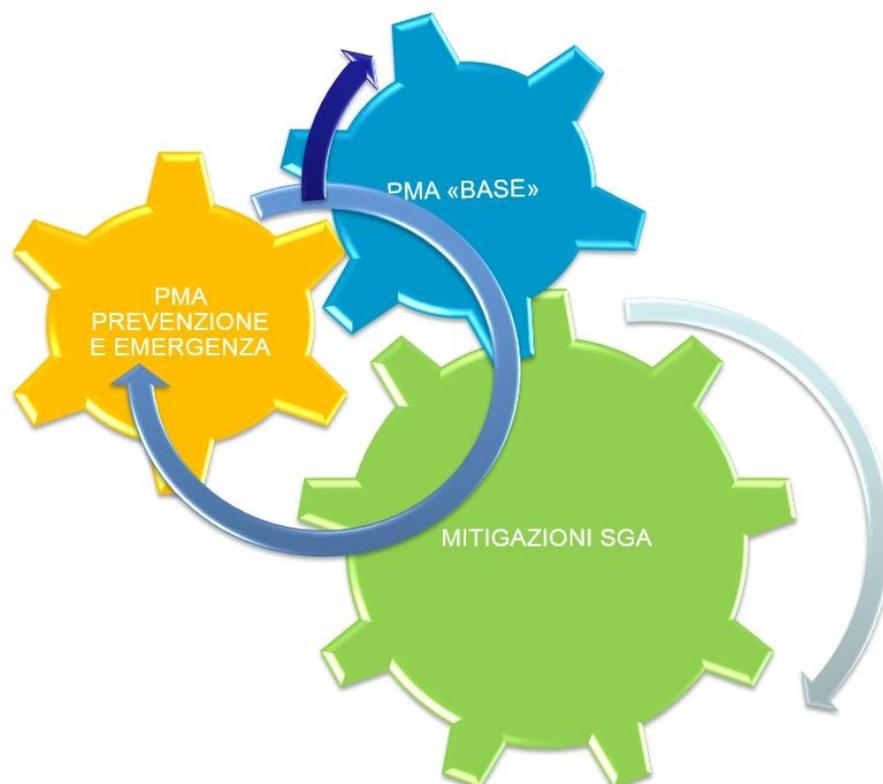
**PMA «BASE»**

- In accordo Linee Guida PMA M.A. (2013)
- In applicazione Allegato NG Ambiente ANAS
- Rispondente alle prescrizioni degli Enti
- Definizione di soglie di controllo (anomalie e allarme) ragionevoli



**PMA «PREVENZIONE e EMERGENZA»**

- Collaudo acustico preventivo dei cantieri
- Gestione emergenze e rapida attivazione interventi di mitigazione in caso rilievo anomalie
- Attivazione flessibile: il PMA interviene solo al presentarsi di reali esigenze
- SMART: comunicazione in tempo reale con Responsabile Ambientale e Unità Ambiente



3

**FIGURA 1-1 – SCHEMA RIORGANIZZAZIONE PMA**

### 1.3. INNOVAZIONE SMART E “UMANIZZAZIONE”

---

L'approccio metodologico che si intende introdurre porta a utilizzare sia la tecnologia di monitoraggio più avanzata, sia i risultati degli studi che suggeriscono di riposizionare al centro dell'attenzione dei PMA l'uomo e, quindi, l'ascolto delle reali esigenze della popolazione esposta. Queste ultime, per molti fenomeni chimico-fisici, mal rappresentate dagli indicatori di controllo “tradizionali”.

Un caso tipico è quello del rumore dove il solo rispetto dei limiti autorizzati in deroga, rappresentati da livelli equivalenti continui di rumore, mal si adatta a rappresentare il disturbo da attività di cantiere.

Si prevede, per gli agenti fisici rumore e inquinamento dell'aria (PM10) di intervenire con strumenti in grado di controllare in tempo reale i livelli o le concentrazioni ambientali e di fornire feed back al RAC in relazione all'efficacia delle misure di mitigazione, gestionali o opere di mitigazione. Da qui l'inserimento dell'ascolto delle esigenze della popolazione affinché il monitore svolga anche una azione di “compliance” e diventi una antenna produttiva di segnalazioni all'Unità Ambiente di attenzioni complementari (in letteratura questi concetti vengono spesso definiti come “metodo comunicazionale”).

L'innovazione intelligente o SMART degli strumenti di monitoraggio permette oggi di rilevare e trasmettere l'informazione ambientale in tempo reale e ai soggetti con potere decisionale sugli interventi da porre in essere al superamento di livelli o soglie di attenzione (Responsabile Ambientale e Unità Ambiente).

### 1.4. FLESSIBILITÀ E RAPIDITÀ DI RISPOSTA

---

Le emergenze devono essere trattate dal PMA diversamente dall'ordinaria amministrazione.

Se si verifica una emergenza è necessario essere tempestivi nella adozione di contromisure al fine di far rientrare nel più breve tempo possibile l'anomalia o il superamento dei limiti o standard.

In coerenza al principio di economicità indicato nell'Allegato NG Ambiente del capitolato Speciale d'Appalto ANAS, il Responsabile Ambientale e la Stazione Appaltante potranno disporre, laddove necessario, una nuova modulazione del monitoraggio finalizzata a limitare l'acquisizione di dati che, sulla base di un adeguato pregresso, dovessero ritenersi scarsamente rappresentativi o di scarso interesse, e a definire eventuali localizzazioni e metodiche di rilevamento alternative.

### 1.5. SINERGIE PMA: IL MONITORAGGIO METEOROLOGICO

---

Le informazioni sui dati meteorologici locali nel corso dei lavori sono necessarie in relazione a:

- gestione/programmazione dei lavori, anche per aspetti correlati alla sicurezza nei luoghi di lavoro (velocità del vento, temperatura, pioggia,..)
- l'operatività del sistema di gestione ambientale
- il monitoraggio ambientale.

Inoltre, in un quadro generale di cambiamenti climatici e di accentuazione delle “anomalie” climatiche, la disponibilità di dati sito specifici permette di affrontare con maggiore efficacia di risposta eventuali situazioni meteorologiche particolarmente gravose.

Il PMA generalmente prevede la raccolta dati meteorologici locali solo contestualmente alle campagne di monitoraggio della qualità dell'aria. Esistono tuttavia altre componenti ambientali del P.M.A. che devono necessariamente interrelarsi con i dati meteorologici locali, quali ad esempio il rumore (effetti sulla propagazione del rumore), la flora e la fauna (effetti climatici sulla stagionalità), acque superficiali (altezza dei corsi d'acqua) e che viceversa non prevedono specifici monitoraggi o considerazioni.



La stazione installata in un punto significativo supporta tutte le indagini ambientali che richiedono informazioni meteorologiche (qualità dell'aria, rumore, acque, ecc.)

La stazione SMART permette di segnalare in tempo reale al Responsabile Ambientale e al SGA le condizioni meteo in base alle quali adottare presidi antipolvere

Le segnalazioni meteo tarate sulle soglie di sicurezza per i lavoratori (velocità del vento, temperatura, ecc.) vengono inoltrate al responsabile della sicurezza

Si è ritenuto pertanto di prevedere nel PMA il monitoraggio in continuo per tutta la durata dei lavori dei principali parametri meteorologici (temperatura, umidità, pressione, precipitazioni, velocità e direzione del vento) in corrispondenza del punto di misura PMA-METE-01 localizzato nel semi-svincolo di Pietralunga o, in opzione, all'interno del cantiere Campo Base. Nelle **Tabella 1-1** si riportano i dettagli dei sensori impiegati nella centralina di monitoraggio meteorologico, che potrà essere alimentata tramite pannello solare da 20W o tramite rete. I dati rilevati dai sensori sono trasmessi in tempo reale tramite rete mobile GPRS agli utilizzatori finali (responsabile ambientale di cantiere, capo cantiere, responsabile del monitoraggio ambientale, responsabile della sicurezza) e, tramite un sistema di specifico accreditamento, possono essere visualizzati su PC mediante interfacce dedicate.

La **Figura 1-2** contiene uno schema esemplificativo del sistema di monitoraggio e di trasmissione dell'informazione.

Le modalità di acquisizione e gestione dei dati consente al contempo di disporre sia di una serie storica di tutti i parametri rilevati, dato fondamentale per la ricostruzione delle condizioni meteo in concomitanza ai rilievi delle componenti ambientali che necessitano del dato meteo (atmosfera, rumore, acque superficiali, ecc.) sia di dati in tempo reale fondamentali per una corretta gestione delle attività di cantiere.

| CENTRALINA METEO                    |  |   |
|-------------------------------------|--|---|
| PARAMETRO                           | SENSORE  | PRINCIPALI SPECIFICHE TECNICHE  |
| Temperatura<br>Umidità<br>Pressione | <p>Sensore P-T-RH "8095-N" del produttore Lambrecht GmbH con scudo solare "008141.6" del medesimo costruttore</p>     | <p><b>Temperature</b><br/>           Measuring range: -40...+70 °C<br/>           Resolution: 0.1 °C<br/>           Accuracy: <math>\pm 0.3</math> °C at (<math>v &gt; 2</math> m/s) <math>\pm 0.4</math> °C (10 ... 40°C) <math>\pm 0.8</math> °C (-10 ... 70°C)</p> <p><b>Relative humidity</b><br/>           Measuring range: 0...100 % r. h.<br/>           Resolution: 0.1 % r. h.<br/>           Accuracy: <math>\pm 3</math> % (10...90 %) r. h. <math>\pm 4</math> % (0...100 %) r. h.<br/>           Reaction time rel. humidity (at <math>v = 1.5</math> m/s): 30 s</p> <p><b>Barometric pressure</b><br/>           Measuring range: 500...1100 hPa<br/>           Resolution: 0.1 hPa<br/>           Accuracy: <math>\pm 2</math> hPa (-30...+70 °C) <math>\pm 1</math> hPa (-10...+60 °C)</p> |
| Velocità vento<br>Direzione vento   | <p>Anemometro ultrasonico "CV7-L" del produttore LCJ Capteurs</p>    | <p>Wind module sensitivity 0.13 m/s<br/>           Wind module resolution 0.05 m/s<br/>           Wind module dynamic 0.13 to 41.16 m/s<br/>           Direction sensitivity +/- 1.5°<br/>           Direction resolution 1°</p>  |
| Precipitazioni                      | <p>Pluviometro "15189" del produttore Lambrecht GmbH, conforme agli standard WMO e dotato di cavo UV-resistant</p>  | <p>Measuring principle Weighing tipping bucket designed acc. to Joss-Tognini<br/>           Measuring range 2 cm<sup>3</sup> (2g water) - volume of bucket 0...8 mm/ min<br/>           Resolution 0.1 mm<br/>           Accuracy <math>\pm 2</math>% with intensity correction<br/>           Range of application 0...+70°C -</p>   |

TABELLA 1-1 – SENSORISTICA STAZIONE METEO

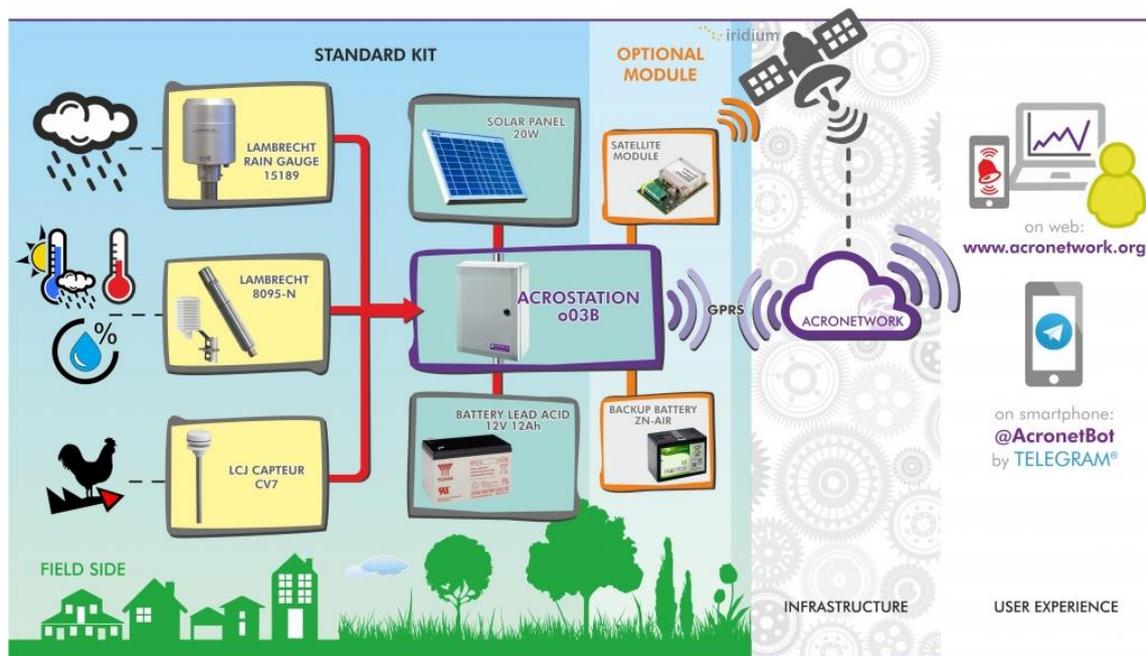


FIGURA 1-2 – SCHEMA TRASMISSIONE DATI CENTRALINA METEO

## 1.6. PMA, RESPONSABILE AMBIENTALE RA DI CANTIERE E SGA

Nelle fasi di progettazione e realizzazione del Piano di Monitoraggio Ambientale è coinvolta a vario titolo la figura del **Responsabile Ambientale RA** che, in base alle definizioni contenute nell'Allegato NG Ambiente del Capitolato Speciale d'Appalto, assume la responsabilità prevista dalla direttiva 2004/35/CE, attenendosi ai principi e alle indicazioni contenute nella parte VI del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.,

Sono inoltre contemplate specifiche responsabilità che interessano la progettazione esecutiva del PMA, il coordinamento fra il Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale e il Piano di Sicurezza e Coordinamento, la gestione e corretta conduzione del PMCA. In particolare il Responsabile Ambientale RA assume i compiti e responsabilità sintetizzati in **Tabella 1-2**.

In considerazione a queste specifiche responsabilità e al lavoro di coordinamento e controllo affidate al Responsabile Ambientale, è previsto che alcune attività di monitoraggio possano essere attivate a seguito di riscontri diretti del RA con finalità conoscitive/preventive o al verificarsi di situazioni di emergenza nell'ambito del PMA "Prevenzione ed Emergenza".

Nell'applicazione dell'approccio alla gestione integrata degli aspetti ambientali correlati alla realizzazione delle opere stradali promossa da ANAS il Monitoraggio Ambientale (MA) e il Sistema di Gestione Ambientale (SGA) risultano due strumenti dinamici di controllo ambientale in fase realizzativa. implementati ed applicati in maniera congiunta, organica e sinergica.

|  |   |
|--|---|
|  <p><b>RESPONSABILE AMBIENTALE</b></p>   | Approva PMA di Progetto Esecutivo   |
|  | Verifica attuazione PMCA  |
|  | Coordina e supervisiona le attività del Monitore  |
|  | Verifica che la documentazione tecnica del PMCA sia conforme con i requisiti, le istruzioni tecniche, ecc   |
|  | Valuta e definisce le azioni correttive del PMCA  |
|  | Elabora documenti di sintesi dell'avanzamento attività SGA-PMCA   |
|  | Definisce gli aggiornamenti, le ottimizzazioni ed accertamenti supplementari ritenuti necessari.  |
|  | Definisce interventi correttivi e misure di salvaguardia in caso di criticità ambientale  |
|  | Verifica del rispetto temporale delle attività di PMCA  |
|  | Predisporre la procedura dei flussi informativi del PMCA e del SGA  |
|  | Interpretare e valuta i risultati del PMCA, evidenziandone le criticità, anche in relazione a eventuale accertamento di condizioni di elevata pressione ambientale con riferimento ai limiti normativi, ai valori di attenzione e/o di intervento, alle previsioni di Studio di Impatto Ambientale) |
|  | Richiedere al Monitore Ambientale tutte le ulteriori elaborazioni   |
|  | Provvedere alla supervisione e al controllo dei tecnici del Monitore Ambientale   |
|  | Impartisce al Monitore Ambientale specifiche disposizioni e azioni correttive e/o integrative (da ritenersi sempre cogenti e mandatorie),   |
|  | Effettua audit di controllo ai laboratori utilizzati dal Monitore   |
|  | Predisporre gli aggiustamenti al PMCA, eventualmente anche attraverso la previsione di accertamenti supplementari o in diminuzione  |
| Verificare e assicurare il corretto inserimento, da parte del Monitore Ambientale, dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel SIM di PMCA, provvedendo altresì alla validazione dei dati. |   |

**TABELLA 1-2 – RESPONSABILE AMBIENTALE**

Il principale obiettivo del Monitoraggio Ambientale è quello di verificare in maniera "diretta" la tipologia, l'entità e la durata degli impatti ambientali significativi che inevitabilmente si originano nel corso della costruzione e dell'esercizio di un'opera o progetto.

Il Sistema di Gestione Ambientale specificatamente riferito all'opera e ai relativi cantieri rappresenta lo strumento attraverso il quale poter costantemente verificare e controllare il rispetto della normativa ambientale, la correttezza delle procedure di gestione degli aspetti ambientali (emissioni in atmosfera, gestione rifiuti, scarichi idrici, gestione delle sostanze pericolose, ecc.), la minimizzazione dei consumi di materie prime e risorse naturali e, più in generale, la sostenibilità ambientale delle lavorazioni. Il Piano di Controllo Ambientale (PCA) posto a supporto del Sistema di Gestione Ambientale è principalmente focalizzato sulla sorgente diretta dell'impatto, verificandone soprattutto la conformità normativa e la congruità alle disposizioni previste negli atti autorizzativi acquisiti dagli Enti competenti.

L'attuazione da parte dell'Impresa di un approccio volto all'attuazione di un'azione congiunta e sinergica tra progettazione della cantierizzazione, Progetto di Monitoraggio Ambientale, Sistema di Gestione Ambientale, Piano di Utilizzo delle Terre e Piano di Controllo Ambientale, e Piano di Monitoraggio degli Ambienti di Lavoro, possono

consentire un'organizzazione e gestione della fase di cantiere concretamente volta alla minimizzazione degli impatti, all'ottimizzazione della compatibilità ambientale delle lavorazioni e alla tutela dei lavoratori, dei ricettori e degli ambienti di lavoro.

L'applicazione di tale approccio metodologico porterà, quindi, alla definizione di un rinnovato concetto di Controllo Ambientale che, di fatto, concretizzerà e comprenderà all'interno di un unico strumento, il Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale (PMCA), le specificità e le finalità del Monitoraggio Ambientale ai ricettori, del Controllo Ambientale alle sorgenti, del controllo analitico dei rifiuti e delle terre e rocce da scavo, e del Monitoraggio degli Ambienti di Lavoro, ottimizzandone la gestione e rafforzandone l'efficacia operativa quale vero "strumento operativo di lavoro" finalizzato a verificare, per tutte le fasi di vita dell'infrastruttura, il rispetto delle normative ambientali, la corretta applicazione delle procedure di SGA, l'entità e l'andamento dei livelli di impatto diretto e indiretto.

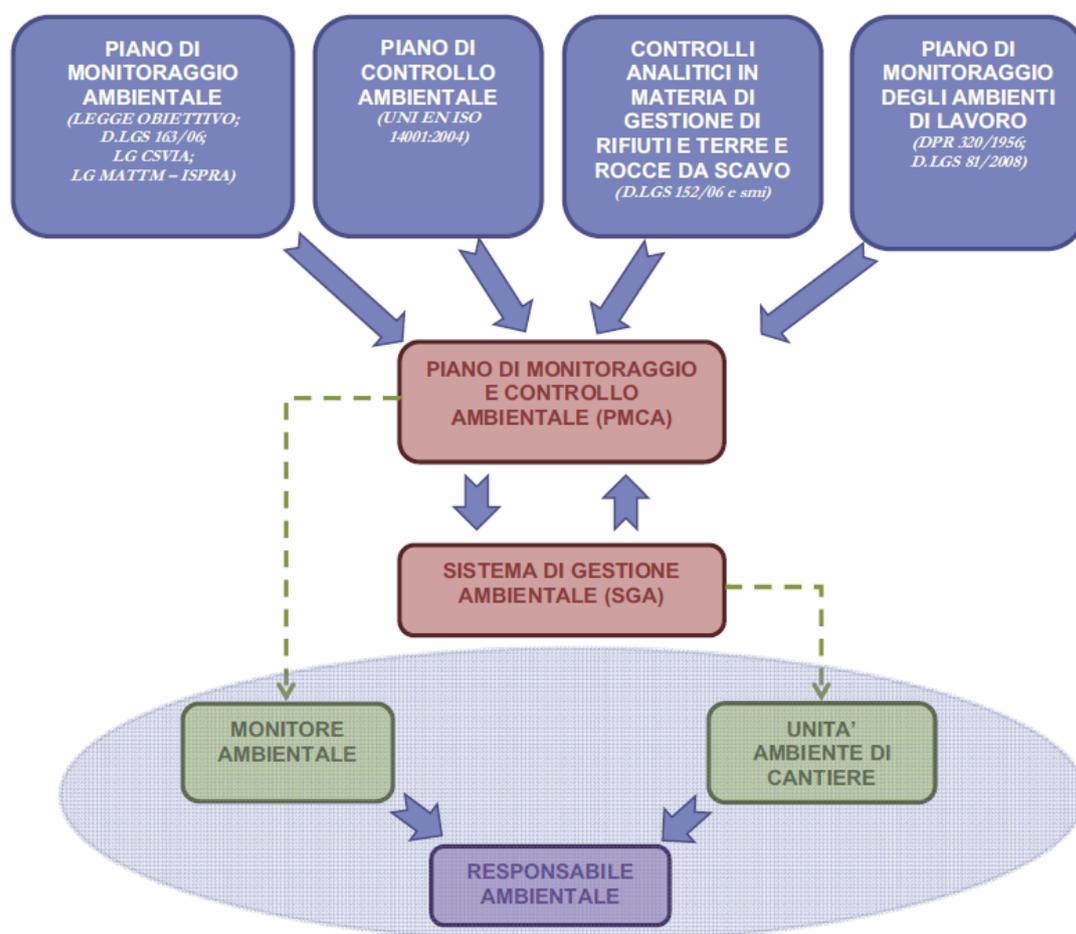


FIGURA 1-3 – SCHEMA DI INTERAZIONE SGA - PMA

## 1.7. IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

L'impiego di un SIT (Sistema Informativo Territoriale) per il Piano di Monitoraggio (PMA) ha l'obiettivo di garantire non solo le esigenze di archiviazione ma anche quelle di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei dati ambientali.

Il SIT proposto sarà in grado di soddisfare le esigenze ANAS garantendo la necessaria diffusione, condivisione e trasparenza dei dati ambientali acquisiti. Tale strumento si configura come una piattaforma per la gestione e lo scambio dei dati ambientali rilevati nelle varie fasi di attuazione del PMA (ante operam, corso d'opera ed esercizio) e per le componenti ambientali oggetto dei rilievi (acqua, rumore, inquinamento atmosferico, ecc.), con caratteristiche di flessibilità e di costante evoluzione nell'ottica di cogliere le specifiche necessità che si manifesteranno durante il corso dei lavori.

Il progetto verrà sviluppato utilizzando in larga parte strumenti software aperti, largamente disponibili nel panorama dell'Open Source. Tale sistema potrà essere integrato o parzialmente affiancato dalle funzionalità e dalla base dati messe a disposizione dalla piattaforma proprietaria ArcGIS Online. Tutto ciò consentirà di sviluppare un sistema caratterizzato da una semplice gestione e da una costante e rapida aggiornabilità.

Il visualizzatore GIS che si intende proporre è costituito da due tipologie di WebGIS:

- **Viewer pubblico:** ad accesso libero (o anonimo) che consente di accedere ai dati di base del PMA con limitate possibilità di interrogazione stabilite dalla stazione appaltante. Tale accesso potrà ad esempio essere condiviso con la cittadinanza.
- **Viewer tecnico:** contenente informazioni che i portatori di interesse del progetto ritengono necessario condividere e, in particolare, i dati ambientali presenti nel PMA, con la possibilità di effettuare il download dei report. L'accesso sarà protetto mediante user e password. I soggetti che potranno accedere ai suddetti dati sono:
  - ANAS in qualità di stazione appaltante e direzione lavori;
  - COLLINI Lavori
  - Responsabile Ambientale di cantiere RA
  - Monitore
  - Comune di Gubbio
  - ARPA Umbria.

I viewer consentono l'accesso al dato ambientale, la visualizzazione in mappa dell'architettura del piano di monitoraggio ambientale e degli strati informativi territoriali e di progetto utili a tutti i soggetti coinvolti nella realizzazione e controllo ambientale dell'infrastruttura in fase di costruzione e di esercizio.

L'utente tecnico, oltre alle comuni funzioni di navigazione, potrà scegliere quali layers visualizzare e quali invece "spegnere". Un apposito strumento consentirà di ricercare punti di monitoraggio a partire dal codice, localizzarli sulla mappa e visualizzarne i risultati.

Un terzo livello di utenza è costituito dall'amministratore del sistema nonché proprietario del dato che provvederà, a valle della validazione, ad aggiornare il sistema tramite strumenti desktop che si interfacciano direttamente con il WebGIS.

La gestione dei dati sarà affidata ad un database relazionale che verrà progressivamente aggiornato in base ai contenuti richiesti dal PCMA e alle funzionalità richieste. In particolare è prevista l'archiviazione di due tipologie di dati:

- dati gestiti: sono dati la cui gestione è affidata in modo esclusivo al sistema di pubblicazione. I dati sono collocati all'interno dello spazio amministrato dal server e non possono essere modificati se non utilizzando gli strumenti implementati tramite l'interfaccia. La gestione si presenta in questo caso particolarmente rapida in quanto il server dispone in modo esclusivo e controllato degli elementi grafici e numerici ma non è possibile editare i dati tramite altri strumenti;
- dati non gestiti: sono collocabili in qualunque posizione del server o su piattaforma cloud e gestiti anche esternamente attraverso software di varia natura. L'accesso tramite webgis risulterà meno rapido ma consentirà una maggiore flessibilità.

Si riporta nel seguito l'elenco dei principali "dati gestiti" consultabili sul SIT:

- planimetria del tracciato stradale
- cantierizzazione (cantieri operativi, aree di deposito, campo base, viabilità di cantiere, ecc.
- localizzazione delle postazioni di monitoraggio per tutte le componenti ambientali;
- pianificazione delle attività di monitoraggio;
- sintesi delle attività di monitoraggio già svolte.

Per quanto riguarda i "dati non gestiti" rientrano in questa categoria le schede complete di monitoraggio delle singole componenti e i report di sintesi complessiva delle attività di monitoraggio.

## **1.8. INDICAZIONI SPECIFICHE PER L'ANALISI DELLE SINGOLE COMPONENTI**

Il presente piano persegue l'obiettivo di quantificare l'impatto che la costruzione e l'esercizio del nuovo asse stradale genera sull'ambiente, attraverso un insieme di rilevazioni periodiche, effettuate su parametri biologici, chimici e fisici, relative alle seguenti componenti ambientali:

- atmosfera e meteorologia;
- ambiente idrico superficiale;
- ambiente idrico sotterraneo;
- suolo;
- vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- paesaggio;
- rumore;
- vibrazioni.

I contenuti del PMA, suddivisi per singola componente ambientale, sono illustrati nei capitoli seguenti.

## 2. ATMOSFERA E METEOROLOGIA

### 2.1. OBIETTIVI

Coerentemente agli obiettivi del PMA di P.E. illustrati nel capitolo precedente le misure indicate nel PMA sono concentrate sulle analisi dei parametri significativi alla luce del quadro di riferimento previsionale. In presenza di situazioni di rischio per le popolazioni, il piano permetterà di attivare metodiche di monitoraggio innovative in grado di interagire in tempo reale con il Responsabile Ambientale RA di cantiere al fine di predisporre e verificare l'adeguatezza degli interventi di mitigazione.

In relazione alle analisi previsionali e alla significatività degli impatti corre l'obbligo di evidenziare i seguenti aspetti:

- **Esercizio:** per i ricettori ricadenti nell'area di interazione del tracciato in oggetto lo studio previsionale non evidenzia criticità, intese come superamento dei valori normativi. La lettura dei dati riportati nella tabella di sintesi delle analisi svolte per la VIA permette infatti di verificare il superamento dei limiti di legge per il NO<sub>2</sub> in condizioni critiche relativamente al ricettore R5. Per tale ricettore si prevede una concentrazione in condizioni critiche di 211.2 µg/ m<sup>3</sup> con limite di legge pari a 200 µg/m<sup>3</sup>. Il ricettore R5 non ricade tuttavia nell'area di intervento dello stralcio progettuale in oggetto. Seppur non indicati come impattati nella situazione post operam, nemmeno in condizioni critiche, sono state predisposte in prossimità della sede stradale adeguate barriere e arginature verdi in grado di contenere l'impatto sulla qualità dell'aria generato dai flussi di traffico previsti all'entrata in regime dell'opera in progetto.
- **Cantiere:** nel PD di gara sono state svolte specifiche analisi per le emissioni inquinanti in atmosfera in fase di costruzione. La mappatura delle concentrazioni di PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CO per lo scenario meteorologico e dispersivo peggiore (worst case scenario) ha evidenziato possibili superamenti dei valori limite di concentrazione imposti dal D.Lgs 155/2010 solo per il PM<sub>10</sub>. Il tracciante primario dell'inquinamento in fase di costruzione trasferito al PMA in termini di obiettivo di controllo è pertanto il PM10.

### 2.2. IL QUADRO PRESCRITTIVO

Il quadro prescrittivo riferibile alla qualità dell'aria, contenuto nella Determinazione Dirigenziale n.761 del 6/2/2012 non fornisce indicazioni specifiche in merito alle metodiche di monitoraggio ma si concentra soprattutto sulla necessità di contenere le emissioni in atmosfera durante il corso d'opera e di verificare l'efficacia degli interventi per il contenimento delle polveri in corrispondenza del sistema ricettore. Nella individuazione degli interventi mitigativi si fa esplicito riferimento alla necessità di "dosare" gli interventi in funzione delle condizioni meteorologiche, ad esempio intensificazione delle bagnature in presenza di periodi siccitosi.

Per la fase di esercizio non sono presenti richieste di verifiche e/o interventi in corrispondenza dei ricettori o monitoraggi.

Il Soggetto Proponente, anteriormente alla data di inizio dei lavori, è tenuto a sottoscrivere con ARPA Umbria uno specifico programma di Monitoraggio che includa le componenti e i fattori ambientali coinvolti sia in fase di cantiere che di esercizio, con particolare riferimento alle polveri.

Nell'ambito della Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA di competenza statale, ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs 152/2006 (Cod Pratica 2/95/2018), sono state formulate delle osservazioni ai sensi dell'Art. 19, Comma 4 del D.Lgs 152/2006 avente per oggetto aspetti ambientali relativi alla componente Atmosfera.

In particolare viene richiesto che la fase monitoraggio Post Operam debba avere una durata non inferiore a 12 mesi.

Considerando che il PMA post operam presentato per la componente atmosfera prevede n. 2 campagne di monitoraggio, distanziate di 6 mesi al fine di verificare la qualità dell'aria in due periodi meteorologici caratterizzati da differenti condizioni di dispersione degli inquinanti (stagione invernale, stagione primaverile-estiva) e distribuite nell'anno dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura, si ritiene che la richiesta sia di fatto soddisfatta.

## 2.3. METODICHE PMA "BASE"

### 2.3.1. Premessa

Nella definizione delle metodiche indicate nel PMA hanno giocato un ruolo rilevante due fattori:

- a) la verifica di fattibilità tecnica delle misure;
- b) la definizione di un set di parametri "standard" in base alla la significatività degli impatti attesi. Le Linee Guida del M.A. sottolineano infatti la necessità di focalizzare le indagini sugli impatti attesi e documentati in sede di SIA.

La verifica di fattibilità tecnica è stata svolta nel corso di sopralluoghi svolti nei giorni 16-17 maggio 2017. Sono stati esaminati tutti i ricettori prossimi al tracciato stradale in progetto e ai cantieri, esaminando l'accessibilità, la possibilità di installare le postazioni di misura in spazi privati o pubblici, la vicinanza a cabine elettriche, la potenza dei contatori delle abitazioni e la disponibilità a permettere l'allaccio a rete elettrica privata, l'interazione con ostacoli naturali (alberi, ecc.) o antropici (case, fabbricati...).

E' emerso un quadro conoscitivo che ha escluso l'impiego efficiente di mezzi mobili: i pochi spazi in cui è possibile l'installazione sono lontani dai ricettori più esposti e tali da vanificare l'obiettivo di base del PMA, che rimane il controllo dell'esposizione dei ricettori in corso d'opera e in esercizio. La sede stradale della SS219 è stretta e priva di banchine laterali ampie o piazzole. Le uniche rientranze sono sfruttate per raccogliere la fermata dei mezzi pubblici, i cortili privati sono stretti e utilizzati per l'accesso ai box auto e ai depositi. Si ricorda che per la valutazione della qualità dell'aria ambiente determinata da traffico veicolare è richieste una installazione a distanza minima di 4 m dal centro della corsia di traffico più vicina e non oltre 10 m dal bordo stradale, ad almeno 25 m da grandi incroci, semafori, parcheggi e fermate degli autobus.

In relazione ai parametri di misura, le tabelle nel seguito riportate indicano ciò che è strettamente utile per la caratterizzazione dell'ante operam e dell'impatto in corso d'opera e in esercizio, escludendo campionamenti e analisi su quegli indicatori non significativi per l'opera in progetto o che esulano del tutto dalle responsabilità ascrivibili all'opera in progetto.

Vengono introdotti alcuni indicatori non previsti nelle metodiche standard che riteniamo utili perché specificatamente correlati alle attività di cantiere, quali ad esempio le concentrazioni dei componenti terrigeni e le concentrazioni delle polveri sospese totali, con lo scopo di poter meglio discriminare gli effetti sull'ambiente imputabili al cantiere da quelli ascrivibili ad altre sorgenti di emissione.

### 2.3.2. PMA Fase di esercizio

Per la fase di esercizio sono previste misure con campionatori sequenziali e con campionatori passivi. La metodica di riferimento denominata TV permette di definire le concentrazioni di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, metalli (As, Ni, Cd, Pb), BaP, NO<sub>2</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

|   |   |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>TV</b></p> <p>Recettori o centri abitati prossimi alla strada in esercizio</p> <p>Metodica prevista in ante e post operam</p> | <p>Campionamento sequenziale gravimetrici polveri PM10 30 gg</p> <p>Campionamento sequenziale gravimetrici polveri PM2.5 30 gg</p> <p>Analisi metalli (As, Ni, Cd, Pb) su pm10 (solo su filtri campagna invernale)</p> <p>Analisi IPA (benzo(a)pirene) come valore medio (sui filtri della campagna invernale)</p> <p>Campionamento NO2 con passivi 30 gg (2 campagne da 15 gg) Campionamento C6H6 con passivi 30 gg ((2 campagne da 15 gg)</p> |
|---|---|

### 2.3.3. PMA fase di cantiere

Per la fase di cantiere, sono previste misure realizzate per mezzo di campionatori sequenziali, in accordo alle linee guida della CSVIA. Questi ultimi permettono in primo luogo una migliore flessibilità di installazione in prossimità dei ricettori e sono più rispondenti alla necessità di un cantiere stradale dove i traccianti prioritari sono le polveri, come anche confermato dalla modellistica previsionale sviluppata in sede di gara. Vengono proposte due metodiche di riferimento:

- Metodica LC, per ricettori prossimi alle aree di cantiere
- Metodica LM, per ricettori prossimi alle aree di cantiere e alla viabilità utilizzata dai mezzi di cantiere

|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>LC</b></p> <p>Recettori prossimi alle aree di cantiere</p> <p>Metodica prevista in corso d'opera</p> | <p>Campionamento sequenziale gravimetrici polveri PM<sub>10</sub> 15 gg</p> <p>Campionamento sequenziale gravimetrici polveri PTS 15 gg</p> <p>Analisi terrigeni (Alluminio, Silicio, Titanio, Calcio, Potassio, Ferro) su PM<sub>10</sub></p> |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;"><b>LM</b></p> <p>Recettori prossimi alle aree di cantiere e alla viabilità utilizzata dai mezzi di cantiere</p> <p>Metodica prevista in corso d'opera</p> | <p>Campionamento sequenziale gravimetrici polveri PM10 15 gg</p> <p>Campionamento sequenziale gravimetrici polveri PTS 15 gg</p> <p>Analisi terrigeni (ALLUMINIO, SILICIO, TITANIO, CALCIO, POTASSIO, FERRO) su PM<sub>10</sub></p> <p>Campionamento NO<sub>2</sub> con passivi 15 gg</p> <p>Campionamento C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> con passivi 15 gg</p> |
|--|---|

Il Campionamento base in entrambe le metodiche LC e LM riguarda le polveri totali sospese PTS e il particolato aerodisperso PM<sub>10</sub>, dove le PTS, sebbene in assenza di limiti di legge, rimangono l'indicatore principe del "carico di polveri" e del disturbo alla popolazione. L'analisi di laboratorio sui filtri del PM<sub>10</sub> permette di verificare le concentrazioni dei terrigeni (Alluminio, Silicio, Titanio, Calcio, Potassio, Ferro).

Rispetto alla metodica LC, la metodica LM permette di verificare le concentrazioni di NO<sub>2</sub> e di benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ed è quindi indicata in presenza di traffico di cantiere o, in generale, di traffico stradale.

Considerando che l'attuale sede della SS219 verrà utilizzata dai mezzi di cantiere e che tutti i ricettori sono prossimi al ciglio stradale, la prima campagna di corso d'opera adotterà metodica LM per poi passare alla metodica LC nel caso in cui le concentrazioni di NO<sub>2</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> risultassero molto basse.

#### 2.3.4. Meteorologia

Considerando l'assenza di centraline meteorologiche locali dalle quali poter derivare informazioni storiche e attuali sui parametri meteorologici, si è ritenuto opportuno prevedendo l'installazione di una centralina fissa in corrispondenza del semi-svincolo Pietralunga o del Cantiere Campo Base per tutta la durata delle attività di monitoraggio. Tale centralina consentirà di disporre dei dati meteo necessari alla corretta interpretazione degli esiti delle attività di monitoraggio relative non solo alla componente atmosfera ma anche alle altre componenti ambientali (rumore, acque, ecc.).

La disponibilità di dati meteo sito specifici può inoltre permettere di fornire un costante supporto alla direzione lavori e al responsabile ambientale RA sia nell'individuazione tempestiva di condizioni meteo non adeguate allo svolgimento dei lavori in un'ottica di salvaguardia della salute dei lavoratori, sia nella corretta implementazioni di interventi di mitigazione delle polveri aerodisperse.

Al fine di rendere il dato meteo fruibile in tempo reale, condizione essenziale per svolgere un effettivo supporto alla DL e al responsabile ambientale RA, è prevista l'installazione di una centralina meteo SMART che consente la trasmissione dei dati in tempo reale ai soggetti interessati e l'impostazione di soglie di allerta e di allarme per la tempestiva individuazione di situazioni di potenziale criticità ed il conseguente allertamento dei soggetti deputati alla loro gestione.

La tabella seguente riporta i parametri meteorologici rilevati dalla stazione meteorologica SMART.

|  |   |
|--|---|
| <b>SMART METEO</b><br>Cantiere Operativo<br>AO, CO, PO | Temperatura<br>Umidità Relativa<br>Pressione atmosferica<br>Velocità del vento<br>Direzione del vento<br>Precipitazioni |
|--|---|

## 2.4. PUNTI DI MONITORAGGIO

I sopralluoghi ai ricettori hanno consentito di verificare la disponibilità delle proprietà a consentire l'installazione della strumentazione, la presenza di utenza elettrica e di contatore di adeguata potenza e le posizioni in cui poter localizzare i campionatori sequenziali. Sebbene manchino ancora alcune risposte finali delle proprietà interessate dalle installazioni, sono ad oggi confermati per il corso d'opera i punti di monitoraggio indicati nella tabella seguente. In n. 3 punti (ATMO\_03, ATMO\_05 e ATMO\_06), ritenuti secondari in termini di impatto sulla qualità dell'aria, l'attivazione del monitoraggio è demandata alle verifiche del responsabile ambientale RA in fase di cantiere che potrà ordinare la realizzazione di campagne di misura del PM10 con strumentazione mobile SMART. Per le verifiche di qualità dell'aria in esercizio, pur in assenza di situazioni problematiche, si è ritenuto di indicare i punti ATMO\_02 e ATMO\_06, prossimi al tracciato in progetto.

| CODICE PUNTO MONITORAGGIO | LOCALIZZAZIONE/MOTIVAZIONE  |
|---------------------------|---|
| PMA_ATMO_01               | A51b – Cantiere Stoccaggio Inerti - Prog. 480.00 circa – Carico emissivo cantiere base, FAL e traffico  |
| PMA_ATMO_02               | A53 – Cantiere Stoccaggio Inerti - Prog . 1220.00 circa - Carico emissivo cantiere logistico, FAI e traffico. Rappresenta l'area con il maggiore carico emissivo.<br>Verifiche qualità dell'aria ante e post operam   |
| PMA_ATMO_03               | A55 - Cantiere operativo imbocco ovest galleria "Pietralunga 1" - Prog. 1520.00 circa - Carico emissivo cantiere<br>Verifiche qualità dell'aria in base a ordine di servizio del Responsabile Ambientale RA di cantiere   |
| PMA_ATMO_04               | A57a - Cantiere operativo ponte fosso "Brilli" - Prog. 1920.00 circa – Carico emissivo cantiere<br>La posizione del punto di monitoraggio dipende dagli accessi alle proprietà.   |
| PMA_ATMO_05               | A63/A62 - Cantiere operativo imbocco est galleria "Pietralunga 2" - Prog. 2340.00 circa<br>Avanzamento delle gallerie avviene da imbocchi opposti: non sono previste misure in condizioni ordinarie<br>Verifiche qualità dell'aria in base a ordine di servizio del Responsabile Ambientale RA di cantiere  |
| PMA_ATMO_06               | A69/70 - Progr. 3560.00 circa – Carico emissivo FAL, traffico di cantiere, area cantiere stoccaggio materiali.<br>Verifiche qualità dell'aria in corso d'opera in base a ordine di servizio del Responsabile Ambientale RA di cantiere<br>Verifiche qualità dell'aria ante e post operam – La posizione del punto di monitoraggio dipende dagli accessi alle proprietà. |
| PMA_ATMO_07               | A68 - Area caratterizzazione - Progr. 3220.00 circa – Carico emissivo FAL, traffico e area caratterizzazione  |
| PMA_ATMO_08               | Nucleo residenziale di nuova realizzazione Mocaiana lungo SP 207<br>Carico emissivo traffico di cantiere verso Cava   |

**TABELLA 2-1 LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO**

Nella tabella successiva sono indicate per ogni recettore le tipologie di misure previste.

| CODICE PUNTO<br>MONITORAGGIO | MISURE TV   |      | MISURE LC                                      |      | MISURE LM  |      | SMART<br>PM10                                 | MISURE MT  |
|------------------------------|---|------|--|------|--|------|---|--|
|                              | RECETTORI O CENTRI<br>ABITATI PROSSIMI<br>ALLA STRADA IN<br>ESERCIZIO |      | RECETTORI PROSSIMI<br>ALLE AREE DI<br>CANTIERE |      | RECETTORI PROSSIMI<br>ALLA VIABILITÀ<br>INTERESSATA DAI<br>MEZZI DI CANTIERE |      | MISURE<br>ATTIVABILI DAL<br>RA DI<br>CANTIERE | MISURE PER IL<br>RILEVAMENTO<br>DEI PARAMETRI<br>METEOROLOGI<br>CI |
|                              | A.O.  | P.O. | A.O.   | C.O. | A.O.   | C.O. | CO  |  |
| PMA_ATMO_01                  |   |      |  | (X)  |  | X    |   | SMART METEO  |
| PMA_ATMO_02                  | X   | X    |  | (X)  |  | X    |   |  |
| PMA_ATMO_03                  |   |      |  |      |  |      | X   |  |
| PMA_ATMO_04                  |   |      |  | (X)  |  | X    |   |  |
| PMA_ATMO_05                  |   |      |  |      |  |      | X   |  |
| PMA_ATMO_06                  | X   | X    |  |      |  |      | X   |  |
| PMA_ATMO_07                  |   |      |  | (X)  |  | X    |   |  |
| PMA_ATMO_08                  |   |      |  |      |  | X    |   |  |

TABELLA 2-2 MISURE PREVISTE NEI PUNTI DI MONITORAGGIO

## 2.5. FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Il PMA prevede le seguenti frequenze di monitoraggio:

- Ante operam: 2 volte (campagna invernale/estiva) per 1 mese per garantire la copertura minima del 14% dei dati annuali (DLgs 155/10)
- Corso d'opera: campagne di monitoraggio semestrali.
- Post operam: n. 2 campagne di monitoraggio distribuite nell'anno successivo all'entrata in esercizio e distanziate di 6 mesi.

## 2.6. SINTESI OPERATIVA DEL PIANO

La tabella seguente contiene il numero di rilievi del PMA "base" nelle diverse fasi di ante operam, corso d'opera e post operam.

- Metodica LM (LC): totale 27 esecuzioni in corso d'opera
- Metodica TV: totale 8 esecuzioni, 4 in ante operam e 4 in post operam
- Metodica SMART PM<sub>10</sub>: attivabile in base a ordine di servizio del Responsabile Ambientale di Cantiere

| CODICE PUNTO | METODICA               | AO               |                  |        | CO               |                  |        | PO               |                  |        |
|--------------|------------------------|------------------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|
|              |                        | DURATA AO (ANNI) | RILIEVI/ ANNO AO | TOT AO | DURATA CO (ANNI) | RILIEVI/ ANNO CO | TOT CO | DURATA PO (ANNI) | RILIEVI/ ANNO PO | TOT PO |
| PMA_ATMO_01  | LM (LC)                |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_02  | TV                     | 1                | 2                | 2      |                  |                  |        | 1                | 2                | 2      |
|              | LM (LC)                |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_03  | SMART PM <sub>10</sub> |                  |                  |        | 3                | RA               | -      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_04  | LM (LC)                |                  |                  |        | 2.5              | 2                | 5      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_05  | SMART PM <sub>10</sub> |                  |                  |        | 2                | RA               | -      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_06  | TV                     | 1                | 2                | 2      |                  |                  |        | 1                | 2                | 2      |
|              | SMART PM <sub>10</sub> |                  |                  |        | 2                | RA               | -      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_07  | LM (LC)                |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
| PMA_ATMO_08  | LM                     |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |

TABELLA 2-3 NUMERO DI RILIEVI NELLE DIVERSE FASI

RA: misure attivabili dal RA in relazione alle verifiche dirette e all'esperienza

## 2.7. DEFINIZIONE METODICHE PMA "PREVENZIONE ED EMERGENZA"

L'obiettivo specifico del piano di monitoraggio "prevenzione ed emergenza" per la componente atmosfera è quello di fornire uno strumento di controllo per chi gestisce le attività di cantiere che consenta di intervenire in maniera tempestiva in presenza di specifiche criticità e di verificare l'adeguatezza dei presidi ambientali previsti dal progetto e/o implementati in un secondo tempo per gestire situazioni specifiche.

Il monitoraggio integrativo verrà attivato con ordine di servizio del RA, secondo le modalità descritte nel seguito, in presenza di:

- criticità (“anomalia inquinamento polveri”) documentate dal PMA base in corrispondenza dei punti di controllo ATMO\_01, ATMO\_02, ATMO\_04, ATMO\_07, ATMO\_08.
- situazioni di potenziale criticità conclamata (“potenziale anomalia inquinamento polveri”) riscontrata dal RA di cantiere nei punti di controllo ATMO\_03, ATMO\_05, ATMO\_06
- segnalazioni di potenziale criticità indicate dai ricettori, verificate dal RA, o richieste motivate degli Enti di Controllo.

Il monitoraggio integrativo è attuato con strumentazione SMART PM10 in un’ottica di sinergia con il Piano di controllo delle Polveri definito in attuazione al SGA in cui sono contenute tutte le indicazioni in merito agli interventi da porre in essere per l’abbattimento delle polveri durante le attività di costruzione.

La strumentazione utilizzata (**Figura 2-1**) è composto da:

- Data logger con adeguato numero di porte disponibili.
- Carica batterie con input da pannello solare.
- Pannello solare di alimentazione o alimentazione di rete.
- Sensore SMART di PM<sub>10</sub> con

La comunicazione dei dati avverrà tramite la rete locale GPRS/GSM.

I sensori per la misura di concentrazione di polveri sottili si basano sulla misura della frazione di potenza di un fascio laser collimato, diffusa in una cella di interazione. Sono formati dalla cella e dalla scheda elettronica di elaborazione della misura. Nello specifico la strumentazione utilizzata prevede l’impiego dei sensori LCT-12 forniti dalla società Qbit (<http://www.qbit-optronics.com/>).

La scheda è dotata di un micro-ctrllore che esegue la misura, la elabora e la trasmette via RS-232 ad una qualsiasi unità di controllo. Il sensore necessita soltanto di alimentazione e collegamento RS-232. La cella deve essere a sua volta collegata ad un circuito pneumatico per far fluire in cella il campione di aria atmosferica contenente le polveri sottili. Il sensore è accoppiato ad un filtro ciclonico di selezione della granulometria (PM10). Le caratteristiche prestazionali del sensore sono riportate in **Figura 2-1**.

Il sensore fornisce direttamente un dato di concentrazione, ottenuto attraverso un processo di allineamento tra le misure ottiche del sensore e le concentrazioni rilevate da una postazione gravimetrica. Come indicato esplicitamente dal fornitore il coefficiente dipende dal “colore” delle polveri misurate, ossia dalla loro tipologica e distribuzione granulometrica. I valori direttamente forniti dallo strumento sono rappresentative di concentrazioni invernali in ambito urbano in cui prevalgono le componenti carboniose e a taglio dimensionale piccolo. E’ quindi consigliata una ulteriore procedura di taratura in campo atta a verificare la rappresentatività locale del coefficiente proposto e, se necessario, ad individuare specifici correttivi.

Per tale ragione nella fase di ante operam, ed eventualmente in concomitanza di alcune campagne di corso d’opera, si prevede di effettuare alcune settimane di misure in parallelo con i rilievi previsti dal Piano di

Monitoraggio Base effettuati con metodica ufficiale, ossia campionatore sequenziale ai sensi dell'UNI EN12341 – luglio 2014.

La comparazione degli esiti delle due attività di monitoraggio consentirà di individuare una legge di correzione sito specifica del dato misurato dalla SMART PM10 che potrà essere utilizzata per garantire una maggior aderenza degli esiti del monitoraggio alla realtà.

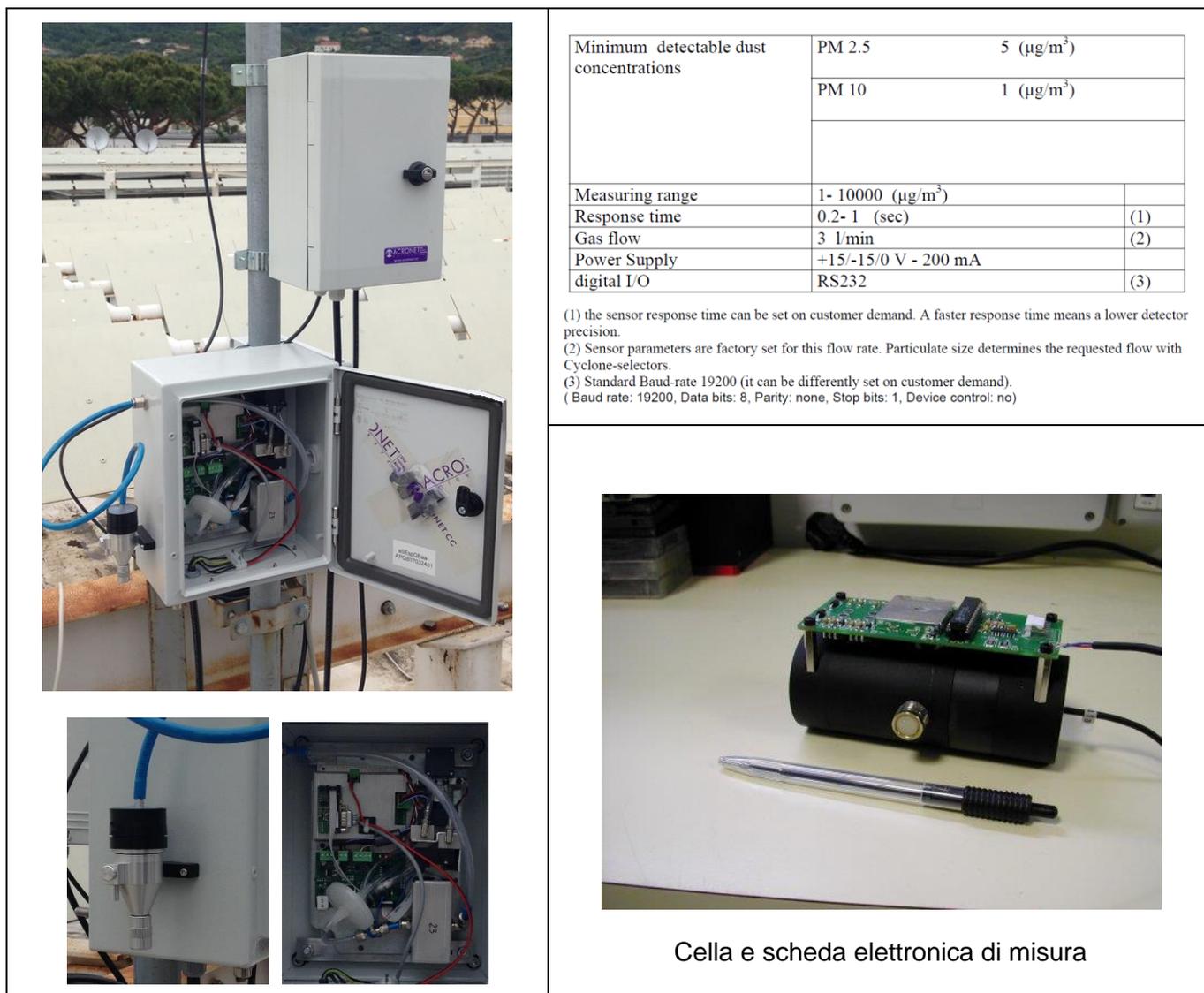


FIGURA 2-1 – STRUMENTAZIONE SMART PM10

La centralina di monitoraggio è anche dotata di sensore di umidità e temperatura (Sensore P-T-RH "8095-N" del produttore Lambrecht GmbH con scudo solare), parametri che possono condizionare la misura del sensore ottico di polveri e che possono essere usati come variabili all'interno della legge di correzione sito specifica da definire a valle delle misure in parallelo Smart/gravimetria.

La centralina può essere alimentata sia tramite pannello solare da 100 W, sia mediante collegamento alla rete elettrica. Questa versatilità consente di scegliere di volta in volta la modalità di alimentazione più adeguata senza essere troppo vincolati nel posizionamento dalla necessità di un allacciamento alla rete.

I dati rilevati dai sensori sono trasmessi in tempo reale tramite rete mobile GPRS agli utilizzatori finali e, tramite un sistema di specifico accreditamento, possono essere visualizzati su PC mediante interfacce dedicate, cfr. **Figura 2-2**.

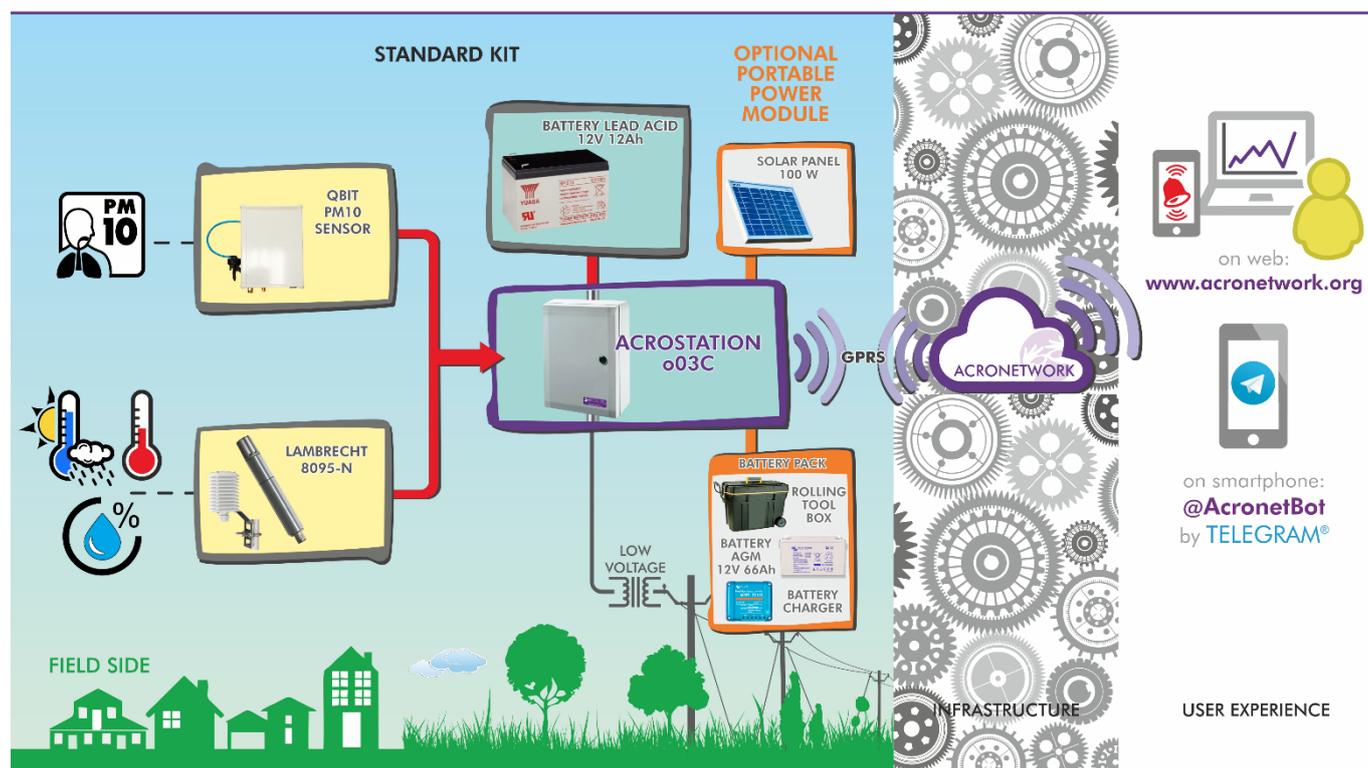


FIGURA 2-2 – SCHEMA TRASMISSIONE DATI CENTRALINA POLVERI SMART

## 2.8. DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE PER L'ATTIVAZIONE DI METODICHE DI APPROFONDIMENTO

L'impostazione delle attività di monitoraggio attraverso metodiche differenziate tra un livello "base" PMA e un livello avanzato ("prevenzione ed emergenza"), da attuare in concomitanza di situazioni di potenziale rischio per la salute delle popolazioni, richiede la definizione di una procedura che consenta, in maniera oggettiva, di individuare la presenza di tali situazioni.

Nel caso specifico della componente atmosfera l'inquinante che presenta le maggiori criticità per la salute pubblica, nella fase di cantiere, è il  $PM_{10}$ .

Il metodo per l'individuazione della soglia di concentrazione al di sopra della quale si configura un potenziale rischio per la popolazione deve essere in grado di cogliere sia il superamento del limite normativo di breve termine rappresentato dalla concentrazione di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  valutata come media sulle 24 ore, valore che il DLgs 155/10 s.m.i.

indica che non debba essere superato più di 35 volte all'anno, sia la ragionevole certezza che il suddetto superamento sia riconducibile ad emissioni delle attività di cantiere.

Alla luce di quanto detto il metodo per la definizione della presenza di potenziali criticità (soglia anomalia) e, di conseguenza, della necessità di prevedere un'attività di monitoraggio di approfondimento, prevede il confronto con le concentrazioni medie di 24 ore misurate dai campionatori sequenziali nei punti ATMO\_01, ATMO\_02, ATMO\_04, ATMO\_07, ATMO\_08 sia con il limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sia con le concentrazioni rilevate dalle centraline fisse di ARPA Umbria nel Comune di Gubbio.

Si propone ad ARPA Umbria di considerare "anomale" le situazioni in cui durante il monitoraggio di base effettuato con campionatori gravimetrici sequenziali si registrino, anche per un solo giorno, concentrazioni medie di 24 ore di PM10 che risultano contemporaneamente:

- $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  + concentrazione media di PM<sub>10</sub> in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registrata nel giorno di misura dalla rete di monitoraggio dell'ARPA Umbria presente nel Comune di Gubbio.

Al verificarsi di questa situazione il responsabile ambientale RA del cantiere, in accordo con il responsabile del PMA ordinerà l'installazione del monitoraggio real time PM<sub>10</sub>.

La rete di ARPA Umbria nel Comune di Gubbio è composta da 5 stazioni, delle quali si riporta nel seguito una breve scheda descrittiva:

- Gubbio – Ghigiano;
- Gubbio – Padule;
- Gubbio – Piazza 40 Martiri;
- Gubbio – Semonte Alta;
- Gubbio – Via Leonardo da Vinci.

Analizzando le caratteristiche specifiche delle diverse stazioni si ritiene opportuno considerare come riferimento prioritariamente la Stazione di Gubbio – Piazza 40 Martiri, per il suo carattere di "fondo" seppur urbano.

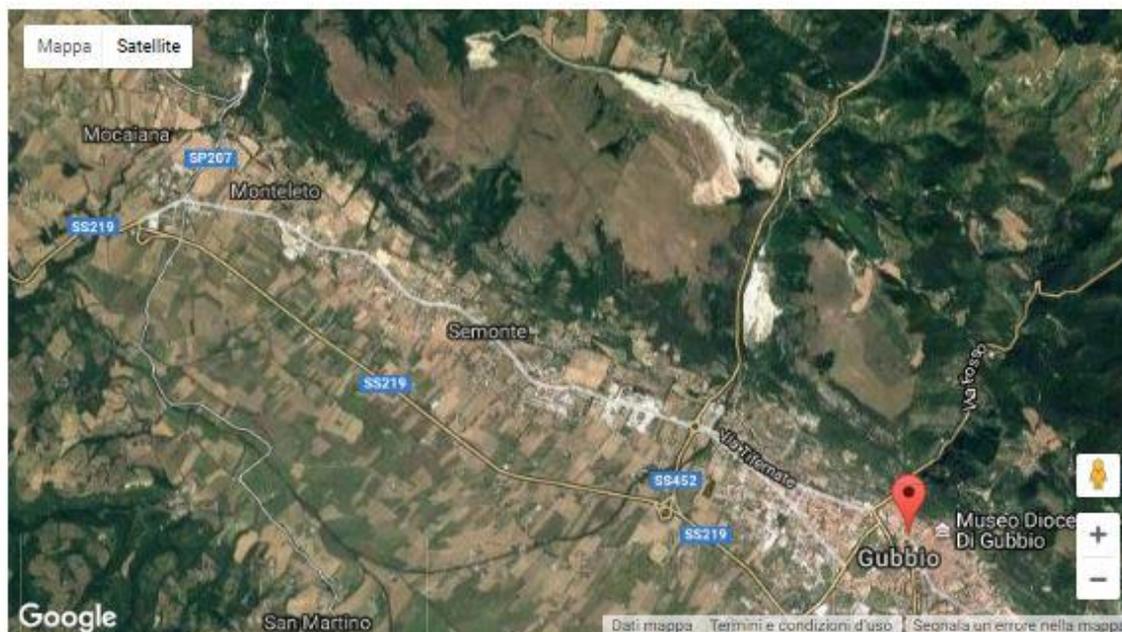
Le altre stazioni, alcune delle quali non fisse, sono state installate con lo specifico obiettivo di monitorare emissioni di carattere industriale, in specifico le stazioni di Ghigiano e Padule, afferiscono alla rete definita in sede di prescrizioni IPCC per il controllo della Cementeria Colacem, mentre quelle di Semonte alta e Via Leonardo Da Vinci sono relative alla rete definita in sede di prescrizioni IPCC per il controllo della Cementeria Barbetti.

## Gubbio - Piazza 40 martiri

Coordinate: 12,576515592 - 43,352849580

Altitudine: 505 metri s.l.m.

Anno di attivazione: 2008



Tipo zona: Urbana

Caratteristiche della zona: Installata in prossimità del vecchio ospedale, in uno spazio verde con traffico locale in area residenziale e commerciale

Tipo stazione: Fondo

### Parametri

Analizzatore Monossido di Carbonio - CO

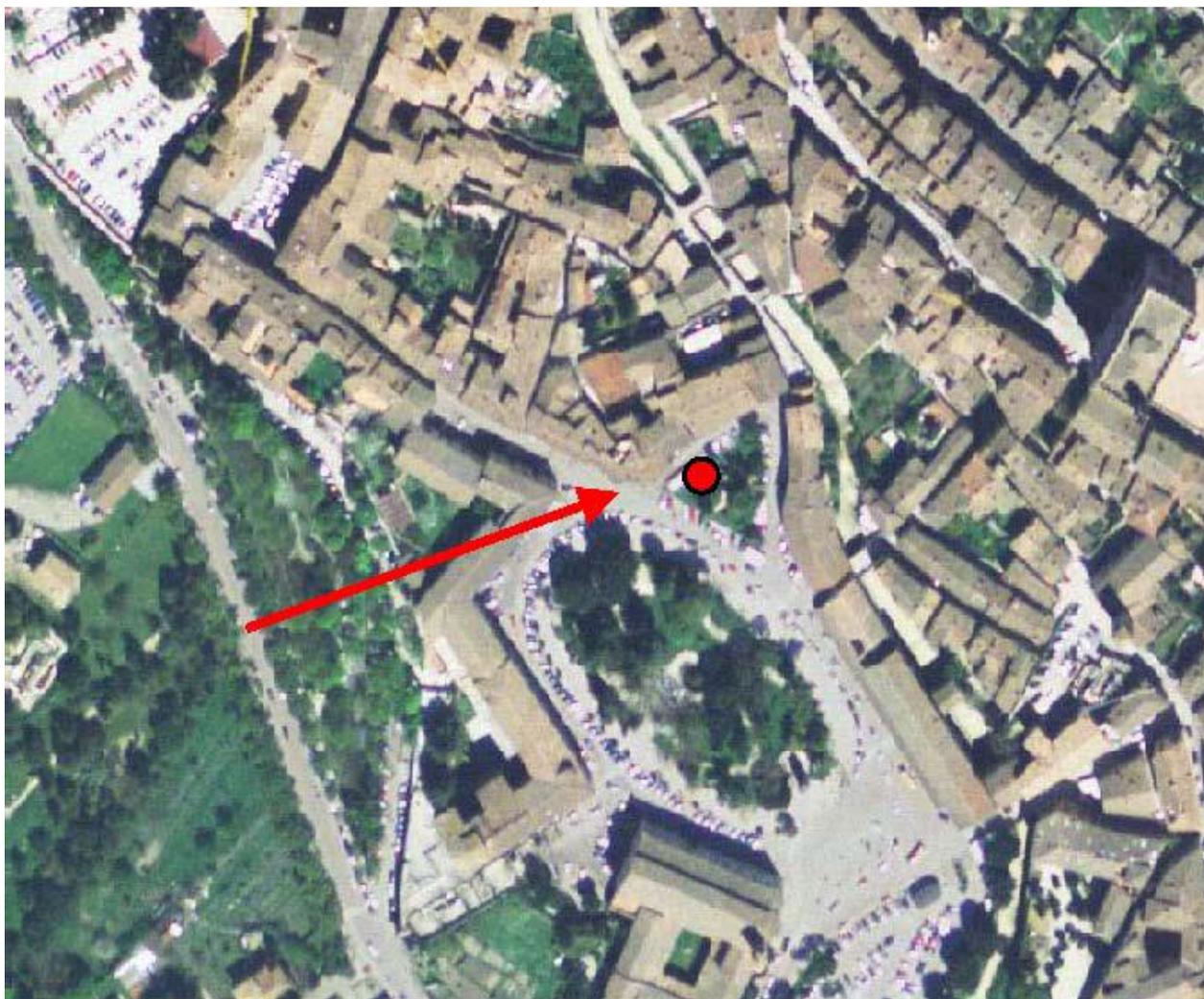
Analizzatore Ossidi di Azoto - NO, NO2, NOx

Analizzatore Ozono - O3

Analizzatore Particolato PM10

Analizzatore Particolato PM2.5

Sensori Meteo DV, VV, PA, TA, UR, RST

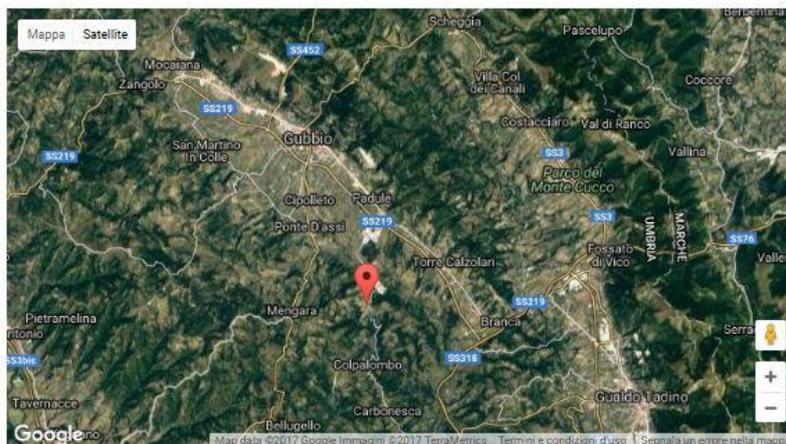


## Gubbio - Ghigiano

Coordinate: 12,611487603 - 43,274711136

Altitudine: 524 metri s.l.m.

Anno di attivazione: 2009



**Tipo zona:** Suburbana

**Caratteristiche della zona:** Installata in prossimità del prefabbricato adibito a chiesa in località Ghigiano in zona scarsamente abitata

**Tipo stazione:** Industriale

**Note:** Fa parte della rete delle Cimiterie Colacem come da prescrizione IPCC

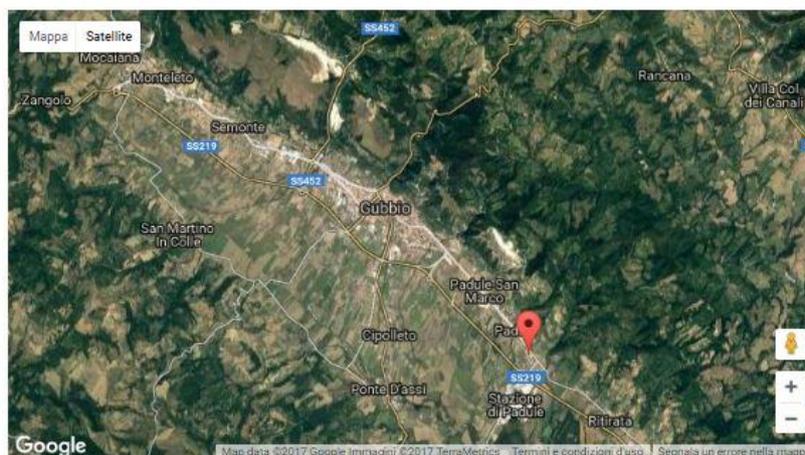
| Parametri  |
|--|
| Analizzatore Biossido di Zolfo - SO <sub>2</sub>                     |
| Analizzatore Ossidi di Azoto - NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> |
| Analizzatore Particolato PM <sub>10</sub> /PM <sub>2.5</sub>         |
| Sensori Meteo DV, VV, PA, TA, UR, RST, RSN, Poggia                   |

## Gubbio - Padule

Coordinate: 12,618547478 - 43,318617775

Altitudine: 442 metri s.l.m.

Anno di attivazione: 2009



**Tipo zona:** Suburbana

**Caratteristiche della zona:** La stazione di tipo amovibile, è installata in piccolo borgo in prossimità di un'area di aggregazione sociale in località Padule

**Tipo stazione:** Industriale

**Note:** Fa parte della rete delle Cimiterie Colacem come da prescrizione IPCC

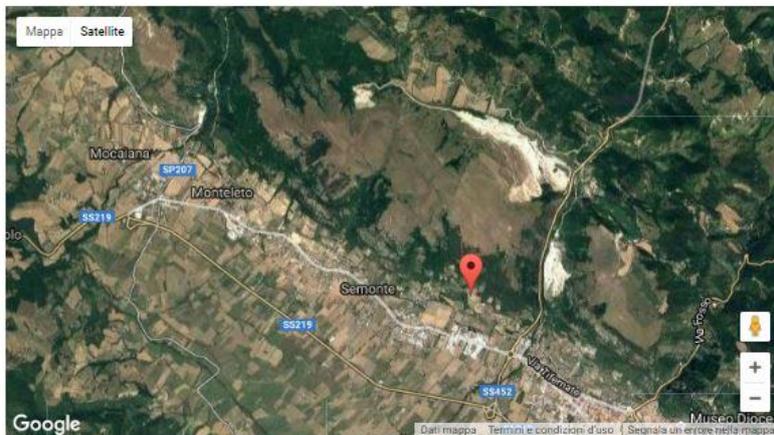
| Parametri  |
|--|
| Analizzatore Biossido di Zolfo - SO <sub>2</sub>                     |
| Analizzatore Ossidi di Azoto - NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> |
| Analizzatore Particolato PM <sub>10</sub> /PM <sub>2.5</sub>         |

## Gubbio - Semonte alta

Coordinate: 12,547132000 - 43,368326000

Altitudine: 623 metri s.l.m.

Anno di attivazione: 2009



Tipo zona: Suburbana

**Caratteristiche della zona:** Installata in una piazzola creata lungo la strada vicinale, sulla collina prospiciente le Cimiterie Barbetti

Tipo stazione: Industriale

**Note:** La stazione è un mezzo amovibile, originariamente presso il centro abitato (coordinate: Piane Gauss-Boaga N 4804257 - E2320309), è stata spostata nell'attuale posizione, più rappresentativa della massima ricaduta dell'attività industriale, nel mese di febbraio del 2013. Fa parte della rete delle Cimiterie Barbetti come da prescrizione IPCC

### Parametri

Analizzatore Biossido di Zolfo - SO<sub>2</sub>

Analizzatore Ossidi di Azoto - NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>

Analizzatore Particolato PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>

## Gubbio - Via Leonardo Da Vinci

Coordinate: 12,557227918 - 43,359056823

Altitudine: 472 metri s.l.m.

Anno di attivazione: 2009



Tipo zona: Suburbana

**Caratteristiche della zona:** installata in prossimità di una scuola area periferica dell'area urbana

Tipo stazione: Industriale

**Note:** Fa parte della rete delle Cimiterie Barbetti come da prescrizione IPCC

### Parametri

Analizzatore Biossido di Zolfo - SO<sub>2</sub>

Analizzatore Ossidi di Azoto - NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>

Analizzatore Particolato PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>

Sensori Meteo DV, VV, PA, TA, UR, RST, RSN, Pioggia

### 3. ACQUE SUPERFICIALI

Il progetto di monitoraggio ambientale ha come obiettivo quello di individuare le eventuali variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura potrebbe apportare alle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio interessato dall'opera.

I principali corsi d'acqua interessati dalla realizzazione dell'opera sono:

- Fosso Casal del Monte, interferito alla Progr. 0+580 circa;
- T. San Giorgio interferito alla Progr. 1+280 circa;
- Fosso Brillì interferito alla Progr. 1+900 circa;
- Torrente Assino interferito alla Progr. 3+400 circa e
- Torrente Loreto nel tratto adiacente al sito di deposito definitivo individuato per il materiale di scavo (cava Loreto), localizzato in destra idrografica del succitato torrente.

È necessario precisare che la finalità principale del monitoraggio delle acque superficiali non è quella di caratterizzare i corsi d'acqua ma quella di individuare le eventuali variazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica.

Gli impatti possibili sull'ambiente idrico superficiale dovuti alla realizzazione dell'opera possono essere schematicamente riassunti nei seguenti 3 punti:

1. modifica del regime idrologico
2. inquinamento della risorsa idrica
3. consumo delle risorse idriche.

Il monitoraggio si articola in tre fasi:

1. Monitoraggio Ante Operam (**AO**); ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento;
2. Monitoraggio in Corso d'Opera (**CO**); il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie;
3. Monitoraggio Post Operam (**PO**); ha il fine di documentare la situazione ambientale che si verifica durante l'esercizio dell'opera per verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale e/o delle previsioni progettuali e di accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente.

In base alle considerazioni fatte e attraverso l'analisi del percorso e delle aree interessate scaturisce la scelta dei punti da monitorare.

In particolare, il monitoraggio del sistema idrico superficiale si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione nelle sottoelencate situazioni:

1. in corrispondenza degli attraversamenti dei principali corsi d'acqua;

2. in corrispondenza delle aree fisse di cantiere situate in prossimità di corsi d'acqua (Area di Cantiere Base situata nei pressi del Fosso Casal del Monte ed area cantiere operativo svincolo di Pietralunga situata nei pressi del T. Assino/T. San Giorgio, piazzola per la caratterizzazione in prossimità del Torrente Assino).
3. In corrispondenza dell'area di deposito definitivo localizzata in cava Loreto, prossima al Torrente Assino.

Le operazioni di monitoraggio prevedono, quindi, una parte di misure in situ e una parte di analisi di laboratorio mirate a identificare le caratteristiche chimico-fisico-batteriologiche dell'acqua prelevata.

Le indagini lungo i corsi d'acqua superficiali prevedono due punti di misura, uno a monte e uno a valle dell'attraversamento dell'opera da realizzare, in modo da identificare più facilmente l'eventuale alterazione dovuta alle lavorazioni. Relativamente ai punti di monitoraggio situati a monte del corso d'acqua saranno considerate solo le fasi CO e PO.

Il monitoraggio consentirà così di:

1. definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
2. proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniarne l'efficacia o meno;
3. fornire le informazioni necessarie alla costruzione di una banca dati utile ai fini dello svolgimento delle attività di monitoraggio degli Enti preposti in quella porzione di territorio.

### 3.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi che sono stati considerati per la redazione del presente Progetto di Monitoraggio ambientale, nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

#### 3.1.1. Leggi di tutela ambientale in materia di acque superficiali

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss. mm. e ii.;
- DM 56/2009 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D. Lgs 3 aprile 2006, n. 152";
- DM 260/2010: Decreto Ministero dell'Ambiente del 08/11/2012 n.260 Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità - elenco parametri", ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento";

#### 3.1.2. Linee guida

- *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) Indirizzi metodologici specifici: Ambiente idrico (Capitolo 6.2) REV. 1 DEL 17/06/2015.*

### 3.1.3. Pianificazione territoriale

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).
- Piano di Tutela delle Acque.

### 3.1.4. Analisi di laboratorio delle acque, parametri descrittivi, standard per gli accertamenti:

Come definito nell'Allegato 1 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (Allegati alla Parte Terza) "Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale", punto A.3.6 Norme per il monitoraggio degli elementi di qualità: "i metodi impiegati per il monitoraggio dei parametri tipo devono essere conformi alle norme ISO o EN ISO pertinenti ovvero ad altre norme nazionali o internazionali analoghe che assicurino dati compatibili ed equivalenti sotto il profilo della qualità scientifica".

- UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento;
- UNI EN 25667-2 Guida alle tecniche di campionamento;
- ISO 5667-3:2012 Preservation and handling of water samples;
- ISO 5667-14:2014 Part 14: Guidance on quality assurance and quality control of environmental water sampling and handling;
- ISO 4363:2002 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;
- ISO/DIS 5667-17: 2008 Part 17: Guidance on sampling of bulk suspended solids;
- ISO/TS 13530:2009 Guidance on analytical quality control for chemical and physicochemical water analysis;
- UNI EN ISO 10005:1996 "Linee guida per fornitori e committenti per la preparazione, il riesame, l'accettazione, e la revisione di piani di qualità";
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura".

## 3.2. DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

Il progetto di monitoraggio ambientale ha avuto come basi di partenza una serie di elaborati grafici e relazioni tecniche generali derivanti dalla Progettazione e dallo Studio di Impatto Ambientale del tratto stradale oggetto del presente piano di monitoraggio.

I possibili fattori d'impatto, durante la fase di realizzazione, saranno dovuti al transito dei mezzi di cantiere ed ai movimenti terra. Conseguentemente si potranno determinare alterazioni della qualità delle acque dei corpi idrici superficiali, dovute prevalentemente ad un aumento della torbidità.

Gli impatti maggiori nei confronti dei corsi d'acqua saranno dovuti alle operazioni previste per la realizzazione delle pile/spalle. Si dovrà limitare/evitare l'intrusione dei mezzi d'opera in alveo, e soprattutto si dovrà aver cura di non lasciare materiali e mezzi per lunghi periodi nell'alveo o in prossimità di esso.

Il progetto, in esercizio, prevede delle misure di mitigazione per il rischio di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee che prevedono la realizzazione di vasche di raccolta delle acque, opportunamente dimensionate e distribuite lungo tutto il percorso.

### 3.3. ACCERTAMENTI PROGRAMMATI

#### 3.3.1. Criteri per la selezione di punti di monitoraggio

I criteri adottati per l'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio sono basati sulla considerazione dei seguenti fattori:

- dimensioni e tipologia delle opere che interessano sia il corso d'acqua che le zone limitrofe scolanti nel medesimo;
- importanza del corpo idrico interessato: sono state considerate le dimensioni della sezione, le caratteristiche idrologico-idrauliche e la presenza di vincoli ambientali;
- localizzazione delle aree logistiche fisse (cantieri) in prossimità di corpi idrici ricettori.

Per l'individuazione dei punti da monitorare si è tenuto conto delle indicazioni fornite dallo Studio di Impatto Ambientale e dalle prescrizioni V.I.A.

Andranno verificate nella fase *ante operam* le possibilità reali di monitoraggio legate alle condizioni idrografiche dello stesso (presenza d'acqua durante l'anno). Allo stato dell'arte, per i corpi idrici individuati non si prevedono problematiche operative.

Il sito sarà tenuto sotto controllo attraverso il rilevamento di parametri quali - quantitativi da ottenere in opportune sezioni di rilievo e misura.

Le campagne di misura saranno programmate nell'arco delle diverse fasi temporali relative alla realizzazione dell'infrastruttura stradale.

Qualora, sulla base di considerazioni oggettive, si riscontrasse nella fase di indagine *Ante Operam* la scarsa rappresentatività di alcuni dei siti di indagine preliminarmente individuati, potranno essere apportati, in accordo con gli Enti competenti, opportuni correttivi alle successive fasi di indagine relativi alla localizzazione geografica dei punti di indagine ed alla natura delle verifiche da effettuarsi.

#### 3.3.2. Monitoraggio ante operam (AO)

##### 3.3.2.1 Finalità

Il Monitoraggio *Ante Operam* (AO) dell'Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in condizioni esenti da disturbi, ovvero in assenza dei disturbi provocati dall'opera in progetto.

Nella fase di AO vengono anche definiti gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in *Corso d'Opera*, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle particolarità del fiume tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

La fase di AO, di definizione dello stato antecedente le attività, dovrebbe basarsi su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corso d'acqua. Si farà pertanto riferimento ai dati esistenti, aggiornandoli con opportuni rilievi. Il Monitoraggio offrirà quindi una "istantanea" del corso d'acqua da confrontare con dati preesistenti o con modelli teorici.

Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi fisico-chimico-batteriologiche su sezioni appositamente scelte in relazione all'opera in progetto. Sono state effettuate scelte ponderate dei parametri da determinare e delle frequenze di monitoraggio, al fine di rappresentare al meglio la situazione ambientale.

In questa logica si è scelto pertanto di realizzare **2 volte** (1 volta all'inizio del AO ed 1 volta al termine) un'analisi di tipo chimico-batteriologico estesa su un elevato numero di parametri al fine di ottenere una descrizione della qualità dell'acqua quanto più definita con speciale riguardo delle sostanze inquinanti più probabili.

Le analisi in questa fase, i cui risultati devono essere considerati come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali per le analisi nelle fasi successive, andranno effettuate per ogni intervento esclusivamente a valle della futura opera o area di cantiere.

Le operazioni *Ante Operam*, come già anticipato, serviranno anche a verificare la corretta scelta dei punti di monitoraggio.

### 3.3.2.2 Parametri da determinare in AO

I parametri che si prevede di indagare nel monitoraggio ante operam sono i seguenti:

#### **Analisi chimico-batteriologiche (metodica A1):**

- pH, Eh, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità elettrica specifica (con strumentazione multiparametrica di campo),
- azoto totale, nitriti, nitrati
- cloruri,
- solfati,
- Al, Cr tot, Zn, Fe, Cu, Ni, Pb, As, Cd, Hg
- Idrocarburi totali e Idrocarburi Policiclici Aromatici,
- coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, *Escherichia coli*;
- COD, BOD<sub>5</sub>;
- Erbicidi;
- Solidi sospesi totali;
- determinazione dell'Indice STAR\_ICMi. L'indice STAR\_ICMi si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici. I macroinvertebrati bentonici sono considerati buoni indicatori poichè i diversi gruppi presentano differenti sensibilità all'inquinamento, oltre che diversi ruoli trofici; inoltre, essendo difficilmente mobili, indicano con immediatezza le eventuali alterazioni dell'ambiente; hanno un ciclo vitale lungo che permette di rilevare impatti minimi protratti nel tempo e sono facilmente campionabili. L'indice consente quindi di formulare diagnosi sulla qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modifiche nella composizione della comunità macrobentonica indotte da fattori di inquinamento.

#### **Misure idrologiche e di carattere chimico-fisico (metodica A2)**

- portata (da eseguirsi con mulinello idrometrico o con metodo volumetrico o con metodo del galleggiante),

### 3.3.2.3 Frequenza delle operazioni di AO

Nella tabella seguente sono indicati tutti i punti di monitoraggio codificati in modo analogo ai punti dei monitoraggi delle altre componenti ambientali.

Si è scelto di monitorare tutti corpi idrici significativi potenzialmente interessati, dato il contesto ambientale in cui si collocano e la presumibile qualità dei corpi idrici stessi.

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche: trimestrale
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: trimestrale
- Determinazione indice STAR\_ICMi: 1 volta

La durata complessiva della fase AO sarà di 6 mesi.

L'ubicazione dei punti per le tre fasi di monitoraggio è rappresentata nell'elaborato T00MO00MOAPL03: Planimetria dei punti di Monitoraggio Ambientale 3/4: componenti Acque Sotterranee e Acque Superficiali.

| Sezione monitoraggio | Corso d'acqua         | Posizione   |
|----------------------|-----------------------|---|
| PMA_AISU_02          | Fosso Casal del Monte | A valle del ponte Casal del Monte                     |
| PMA_AISU_04          | Torrente San Giorgio  | A valle del ponte S. Angelo                           |
| PMA_AISU_06          | Fosso Brillì          | A valle del ponte Fosso Brillì                        |
| PMA_AISU_08          | Torrente Assino       | A valle del viadotto Assino 2                         |
| PMA_AISU_10          | Torrente Loreto       | A valle del sito di deposito definitivo (cava Loreto) |

**TABELLA 3-1- MONITORAGGIO ANTE OPERAM – PUNTI DI INDAGINE**

Le sezioni di monitoraggio permetteranno il controllo sia in relazione all'attraversamento dell'asta fluviale da parte dell'infrastruttura in progetto, sia in relazione alla prossimità dei corsi d'acqua alle aree di cantiere. In particolare, il punto PMA\_AISU\_02 risulta prossimo al cantiere di stoccaggio inerti localizzato presso Semisvincolo Pietralunga, il punto PMA\_AISU\_04 prossimo al cantiere di stoccaggio inerti prossimo al viadotto S. Angelo e il punto PMA\_AISU\_10 prossimo al sito di stoccaggio definitivo, presso cava Loreto, lungo il Torrente Assino.

### 3.3.3. Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)

#### 3.3.3.1 Finalità

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* (CO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri i caratteri qualitativi del sistema delle acque superficiali.

A differenza del Monitoraggio Ante Operam (AO), che fornisce una fotografia dello stato esistente, senza alcun giudizio in merito alla sua qualità, la fase di CO dovrà confrontare quanto via via rilevato con lo stato *Ante Operam* e segnalare le eventuali divergenze da questo; a tal fine è prevista la predisposizione di punti di monitoraggio sia a

monte che a valle degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali interferenti con l'opera in progetto o con le aree di cantiere. A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il CO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagine per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste, dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevedibili.

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere.

Per l'Ambito A la durata delle lavorazioni previste è circa 2 anni, mentre per l'Ambito B la durata è circa 1 anno.

### 3.3.3.2 Parametri da determinare nel CO

In fase di CO i parametri previsti da monitorare sono gli stessi previsti in fase di AO.

### 3.3.3.3 Frequenza delle operazioni di CO

Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e determinazioni di campagna e campionamenti per analisi chimiche e batteriologiche trimestrali; la determinazione dell'indice STAR\_ICMi sarà effettuata 1 sola volta in fase finale di realizzazione dell'opera su 4 punti, all'interno dei corpi idrici minori. Sarà inoltre prevista la realizzazione di campionamenti con frequenza trimestrale su 4 punti, all'interno dei corpi idrici principali (Torrente Assino e Torrente S. Giorgio).

I punti di monitoraggio sono riportati nella successiva Tabella.

Per l'ubicazione delle sezioni bisogna fare riferimento alle tavole di individuazione dei punti di monitoraggio (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

Riassumendo le tempistiche previste per il monitoraggio si ha che:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche: trimestrale
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: trimestrale
- Determinazione *indice* STAR\_ICMi.: trimestrale

| Sezione monitoraggio | Corso d'acqua         | Posizione   |
|----------------------|-----------------------|---|
| PMA_AISU_01          | Fosso Casal del Monte | A monte del ponte Casal del Monte                     |
| PMA_AISU_02          | Fosso Casal del Monte | A valle del ponte Casal del Monte                     |
| PMA_AISU_03          | Torrente San Giorgio  | A monte del ponte S. Angelo                           |
| PMA_AISU_04          | Torrente San Giorgio  | A valle del ponte S. Angelo                           |
| PMA_AISU_05          | Fosso Brillì          | A monte del ponte Fosso Brillì                        |
| PMA_AISU_06          | Fosso Brillì          | A valle del ponte Fosso Brillì                        |
| PMA_AISU_07          | Torrente Assino       | A monte del viadotto Assino 2                         |
| PMA_AISU_08          | Torrente Assino       | A valle del viadotto Assino 2                         |
| PMA_AISU_09          | Torrente Loreto       | A monte del sito di deposito definitivo (cava Loreto) |
| PMA_AISU_10          | Torrente Loreto       | A valle del sito di deposito definitivo (cava Loreto) |

TABELLA 3-2 PUNTI DI MONITORAGGIO PER LE ACQUE SUPERFICIALI

### 3.3.4. Monitoraggio Post Operam (PO)

#### 3.3.4.1 Finalità

Il Monitoraggio *Post Operam* ha il fine di documentare la situazione ambientale che si ha durante l'esercizio dell'opera al fine di verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale e/o delle previsioni progettuali e di accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente.

Esso avrà inizio contemporaneamente all'entrata in esercizio dell'opera ed avrà durata di 12 mesi.

Le sezioni sottoposte a monitoraggio coincidono con quelle relative al monitoraggio in *Corso d'Opera*.

#### 3.3.4.2 Parametri da determinare nel PO

Al fine di garantire confrontabilità con le precedenti fasi di monitoraggio, per la fase di PO si prevede la replica dei medesimi parametri.

#### 3.3.4.3 Frequenza delle operazioni di PO

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 2 mesi
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: ogni 2 mesi
- Determinazione *indice* STAR\_ICMi: 1 volta

La durata complessiva della fase PO sarà di 12 mesi.

### 3.4. SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del Progetto di Monitoraggio Ambientale è indispensabile che i rilievi vengano svolti con metodologie univoche e prestabilite.

L'uniformità delle metodologie di monitoraggio e delle apparecchiature di rilevamento è necessaria per garantire altresì il confronto dei controlli svolti nel corso delle varie fasi temporali e nelle diverse aree, onde assicurare la riproducibilità e l'attendibilità delle misure al variare dell'ambiente e dell'ambito emissivo.

#### 3.4.1. Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il campionamento verrà realizzato tramite sonda a trappola che verrà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. Il campionamento sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali di 1 litro fino a riempire un recipiente di circa 12 litri. Il campione così raccolto andrà poi omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Dovranno essere riempiti i seguenti contenitori:

- 1 bottiglia da 0,5 litri ed una da 1 litro per le analisi batteriologiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi chimico-fisiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi degli idrocarburi totali
- 1 bottiglia di plastica da 1 litro per analisi metalli

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando una apposita ed idonea scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti. Per ogni campagna di misure dovrà essere redatto un verbale, utilizzando un'idonea scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- codice dell'indagine;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 3 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

### 3.4.2. Metodologia di esecuzione delle analisi

#### 3.4.2.1 Analisi chimico fisiche

Le analisi chimico-fisiche saranno svolte presso laboratorio accreditato ACCREDIA. L'affidabilità del dato analitico delle analisi di campo eseguite con strumentazione multiparametrica portatile sarà invece garantita dagli interventi di calibrazione periodica della stessa, da eseguirsi prima di ogni campagna di indagine.

#### 3.4.2.2 Analisi Batteriologiche

Per le analisi batteriologiche si farà riferimento alle metodiche sottoindicate.

| Parametro            | Metodo    | Limite di rilevabilità | Principio del metodo   |
|----------------------|-----------|------------------------|--|
| Coliformi totali     | APAT 7010 | 0 col/100cc            | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| Coliformi fecali     | APAT 7020 | 0 col/100cc            | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |
| Streptococchi fecali | APAT 7030 | 0 col/100cc            | Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta |

**TABELLA 3-3 – METODICHE PER ANALISI BATTERIOLOGICHE**

#### 3.4.2.3 Misurazioni di portata

L'esecuzione delle misure di portata nel caso specifico di progetto, in cui è presumibilmente difficile l'uso del mulinello (stati idrologici di magra e/o situazioni non idonee all'impiego di mulinelli - portate inferiori a 0,5 m<sup>3</sup>/s per alcuni periodi dell'anno), la misura verrà effettuata con galleggiante, determinando la velocità superficiale e osservando il tempo necessario ad un galleggiante per transitare tra sezioni a distanza nota e di cui si conosce la geometria, o con il metodo volumetrico.

Le misure di portata potranno essere effettuate, se le condizioni lo permetteranno, con metodo correntometrico, operando da passerella, da ponte o al guado, mediante mulinelli intestati su aste o su pesce idrodinamico. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata nelle sezioni di monte e di valle. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione.

## 4. ACQUE SOTTERRANEE

Il Progetto di Monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sottterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione delle opere in progetto sugli equilibri idrogeologici delle aree attraversate dall'infrastruttura.

Per fare questo sono state esaminate le tipologie delle opere previste nel progetto del tracciato stradale, l'ubicazione e le caratteristiche delle aree di cantiere ed i loro potenziali impatti sulla componente ambientale considerata, nelle aree critiche segnalate.

L'eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive 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. Tale possibilità sarà notevolmente ridotta grazie alla predisposizione lungo il tracciato di vasche di trattamento prima pioggia che, all'occasione, conterranno anche gli eventuali sversamenti accidentali. In secondo luogo si devono tenere in considerazione anche le teoriche azioni di inquinamento diffuso, ricollegabili ad attività di cantiere (lavorazioni particolari, scarichi di insediamenti temporanei) o all'apporto nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni.

Il rischio derivante dalle potenziali attività d'interferenza potrà essere ulteriormente ridotto sia attraverso un accurato controllo delle varie fasi lavorative in ciascuna delle aree logistiche fisse e mobili (lungo la linea) da parte del personale preposto, sia attraverso le attività di monitoraggio descritte nel seguito.

Il presente monitoraggio ha previsto ogni qualvolta possibile l'utilizzo di piezometri e pozzi preesistenti, al fine di una ottimizzazione e riduzione degli impatti e dei costi, e solo laddove la rete piezometrica preesistente fosse lacunosa, la realizzazione di nuove stazioni di misura realizzate tramite l'installazione di nuovi piezometri. L

Il presente piano si è avvalso, pertanto, di tutte le informazioni in materia che sono state raccolte e descritte negli elaborati e nelle relazioni facenti parte del Progetto e dello Studio di Impatto Ambientale.

### 4.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 4.1.1. Leggi di tutela ambientale riguardanti anche le acque sotterranee

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano di Tutela delle Acque;
- D.Lgs. 219/2010 "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque";
- D.Lgs n. 152 del 3/04/2006, "Norme in materia ambientale" e ss. mm. e ii.;
- DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità – elenco parametri, ed in allegato 2 "metodi analitici di

riferimento;

- D.Lgs. n. 27 del 02/02/02 Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”;
- D.Lgs. n. 31 02/02/2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”;
- D.Lgs. n. 258 del 18/08/00 Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128;
- D.P.R 236/88 Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano;
- L.R. 22-12-2008 n° 22 - Norme per la ricerca, la coltivazione e l'utilizzo delle acque minerali naturali, di sorgente e termali;
- L.R. 21-1-2015 n°1 - Testo unico governo del territorio e materie correlate.

#### **4.1.2. Analisi di laboratorio delle acque sotterranee, parametri descrittivi e loro limiti**

- APAT e IRSA – CNR “Metodi Analitici per le Acque” prodotto da e pubblicato da APAT in Manuali e Linee Guida 29/2003

#### **4.1.3. Campionamento acque**

- Manuale APAT, 2006, Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati
- UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento (1996)
- UNI EN 25667-2 Guida alle tecniche di campionamento (1996)
- UNI EN ISO 5667 Qualità dell'Acqua – Campionamento – Parte 3: Guida per la conservazione e il maneggiamento di campioni d'acqua”), tenendo comunque conto anche delle indicazioni contenute in merito nell' Allegato III del D. Lgs. 31/01. (2004)

#### **4.1.4. Letteratura scientifica**

- Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"
- G. Chiesa (1994) "Pozzi di Rilevazione" - I Quaderni delle acque sotterranee . n° 1 editrice Geo-Graph . Milano
- G. Chiesa "Metodi di indagine e di rilevazione per l'inquinamento" - I quaderni delle acque sotterranee
- G. Chiesa "Inquinamento delle acque sotterranee, metodi di indagine e di studio per la bonifica e la gestione delle acque inquinate" Hoepli editore 1992
- GNDCI - V.Francani e G.P.Beretta " Protezione e recupero delle acque sotterranee"
- National Water Well Association (1986) "RCRA - Groundwater monitoring technical enforcement guidance document - NWWA/EPA series - Dublin . Ohio
- U.S. EPA (1975) "Manual of water well construction practices" - Report N.EPA -570/9-75-001 - Washington D.C.

- U.S. EPA Office of Water "National Recommended Water Quality Criteria"
- U.S. EPA Office of Water - Monitoring Water Quality- "National Water Quality Inventory" 1996, report to Congress
- U.S. EPA Office of Water - Monitoring Water Quality Inventory "Environmental Indicators of Water Quality Of United States"

#### 4.1.5. Trivellazione pozzi

- Regio Decreto 11 Dicembre 1933 n° 1775 Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici
- Legge 464 del 4 agosto 1984 "Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale"

## 4.2. ACCERTAMENTI PROGRAMMATI

---

### 4.2.1. Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio

In coerenza con quanto riportato nelle Linee Guida per la progettazione ed esecuzione del Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale e/o del Piano di Monitoraggio Ambientale (Allegato NG Ambiente), ANAS – S.p.A., si riportano di seguito i criteri di localizzazione dei punti di monitoraggio considerati:

- definire le lavorazioni, le aree e le opere che devono essere monitorate sia in corso d'opera che in fase di esercizio, considerate rischiose dal punto di vista della preservazione delle acque sotterranee, come le opere d'arte con fondazioni profonde, le gallerie e le zone di cantiere;
- censire in base alle aree definite la rete dei pozzi pubblici/privati e le altre reti di piezometri utilizzate dagli enti pubblici per le reti di monitoraggio e verificare se le posizioni di tali pozzi/piezometri possono essere considerate rappresentative delle aree selezionate al punto precedente, in termini di rapporti idrogeologici tra questi e le opere di progetto;
- verificare la rete di piezometri realizzata nel corso di precedenti campagne o per la fase di costruzione dell'infrastruttura a supporto delle lavorazioni, le tempistiche dell'eventuale dismissione/distruzione di tali piezometri e la possibilità di poterli utilizzare per il monitoraggio di cui al primo punto;
- solo nelle aree sfornite di una copertura di pozzi/piezometri come da precedente analisi, prevedere la realizzazione di piezometri ad hoc e definirne le caratteristiche e specifiche tecniche.

Nella Planimetria dei punti di Monitoraggio Ambientale 3/4 (elaborato T00MO00MOAPL03) componenti Acque Sotterranee e Acque Superficiali sono riportati i punti di monitoraggio individuati per il monitoraggio della componente in oggetto per le 3 fasi AO, CO, PO. Per quanto riguarda i punti di monitoraggio già realizzati in precedenti campagne, considerati riutilizzabili ai fini del presente monitoraggio, si è tenuta traccia in planimetria del codice originario all'interno della rispettiva codifica. Ad esempio, il punto di monitoraggio identificato con codice PMA\_AISO\_PZ3 (S33) corrisponde al piezometro preesistente S33 (realizzato nel corso della campagna di indagine del 2014), rinominato secondo la nuova codifica del PMA.

È stato inoltre inserito, nella rete di monitoraggio delle acque sotterranee, un pozzo denominato "Mocaiana 2" (Codice PMA\_AISO\_PO5), ubicato a valle idrogeologico rispetto al sito di deposito di Cava Loreto. Tale pozzo,

gestito da Umbraacque, è ubicato in sinistra idraulica rispetto al T. Loreto. Tale pozzo ha profondità pari a 168 m, con tratto fenestrato tra 80 e 168 m. Nonostante l'allestimento del pozzo e la sua ubicazione in sinistra idraulica rispetto al T. Loreto rendano remota la possibilità di un'influenza dell'area di deposito sulla qualità delle acque sotterranee, la disponibilità di una serie storica di dati analitici (il pozzo è soggetto a campionamento semestrale da parte della società Umbraacque) e l'utilizzo del pozzo per scopi idropotabili suggeriscono tuttavia la sua inclusione nella rete di monitoraggio.

In recepimento alle osservazioni, di cui al parere ARPA (Cod. pratica 2/95/2018) relativo alla Procedura di Verifica di Assoggettabilità a V.I.A. ai sensi dell'art. 19, del D.Lgs. 152/2006, sono inoltre stati previsti appositi sistemi per il campionamento delle aliquote drenate dalle singole gallerie e per la misurazione della portata in fase di CO, come dettagliato successivamente al § 4.2.4.

In recepimento alle osservazioni di Umbra Acque S.p.A., di cui al parere con prot. n. 0032839/17 del 28/12/2017, sono inoltre stati previsti specifici monitoraggi presso l'area oggetto di recupero ambientale "Ex cava Loreto", ubicata in località Mocaiana, con particolare riferimento al ciclo dell'azoto e alla torbidità delle acque. Per dettagli si rimanda alle trattazioni specifiche riportate ai § 4.2.3 e 4.2.4.

Gli obiettivi del programma di monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo per le diverse fasi temporali di costruzione dell'infrastruttura stradale (ante operam, corso d'opera e post operam), sono illustrati nei paragrafi seguenti.

#### **4.2.2. Criteri per la scelta dei parametri da monitorare**

I criteri adottati sono quelli individuati dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Umbria. All'interno del Piano per ogni acquifero significativo è stato definito lo stato chimico, secondo quanto indicato nel D. Lgs. 152/99 (ora abrogato e sostituito dal D. Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Il piano, sulla base dei rilievi effettuati, procede alla classificazione chimica degli acquiferi regionali, tra cui quelli in oggetto, sulla base Tabella 20 dell'Allegato 1 dell'abrogato D.Lgs. 152/99. Gli esiti del monitoraggio delle acque sotterranee proposto nell'ambito del PMA dell'opera saranno confrontati con quanto riportato nel Piano di Tutela delle acque nonché con i limiti (Concentrazioni Soglia di Contaminazione – CSC) previsti dal D.LGs. 152/06 e s.m.i. Tab. 2 all. 5, parte IV per le acque sotterranee.

#### **4.2.3. Monitoraggio Ante Operam (AO)**

##### *4.2.3.1 Finalità*

In questa fase si prevede di condurre gli accertamenti di seguito riportati:

- acquisizione presso gli enti locali deputati al controllo delle acque sotterranee di tutti i dati disponibili che possono essere utili ai fini del progetto di monitoraggio;
- coordinamento delle attività delle singole stazioni di misura sulla base del programma temporale dei lavori per i singoli interventi;
- ottimizzazione temporale delle attività di misura e prelievo sulla base del programma temporale dei lavori per le opere ricadenti nelle singole aree di monitoraggio;

- misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri);
- definizione delle caratteristiche fisico-chimico e batteriologiche delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area;
- censimento, già effettuato, di tutti i pozzi presenti nel raggio di 200 metri dal perimetro dell'area di monitoraggio, od eventualmente presenti in essa;
- censimento di tutti gli scarichi sul suolo (civili abitazioni non allacciate al sistema fognario, aziende agricole che effettuano fertirrigazione) presenti a monte (rispetto al flusso presumibile medio areale di falda) situati a distanza di 200 metri dal perimetro dell'area sottoposta a monitoraggio;
- ricostruzione di dettaglio della situazione idrogeologica locale effettuata sulla base dei dati delle perforazioni necessarie alla realizzazione delle stazioni di misura (piezometri);

#### 4.2.3.2 Parametri da determinare in fase di AO (metodica A2)

I parametri da determinare in fase di AO nel corso del monitoraggio di pozzi e piezometri sono riportati nel seguito:

- misura del livello statico (mediante freatimetro graduato)
- pH, conducibilità elettrica, Eh, ossigeno disciolto, temperatura (mediante strumentazione multiparametrica di campo)
- temperatura dell'aria
- cloruri, solfati
- Idrocarburi totali, IPA e BTEX
- Al, Cr, VI, Zn, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, As, Cd, Hg, Ca, Na, K, Escherichia coli

In ottemperanza alla Prescrizione 1.8.2 della Determinazione Dirigenziale N. 761 del 06/02/2012, per tutta la fase dei lavori si procederà ad un prelievo da tutti i piezometri della rete di monitoraggio con cadenza mensile per la determinazione del parametro TOC, parametro che meglio di altri è in grado di evidenziare un'eventuale contaminazione di tipo organico nelle acque di falda".

Inoltre, ottemperando alla richiesta 1.c, di cui al parere idrogeologico espresso da parte di Umbra Acque S.p.A., il monitoraggio delle acque sotterranee in corrispondenza dell'area di ripristino ambientale "Ex cava Loreto", sarà integrato dei parametri  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4$  nel caso in cui sull'area si proceda ad abbancare del terreno agrario proveniente dal cantiere. Tale monitoraggio sarà svolto in fase di ante operam (6 mesi), al fine di ottenere dati circa la situazione antecedente l'inizio delle attività, per proseguire durante la fase di corso d'opera interferente con l'ex cava Loreto e in fase di post operam (12 mesi).

#### 4.2.3.3 Frequenza delle operazioni di AO

Prima della fase di installazione dei cantieri e di costruzione, nei luoghi scelti per il monitoraggio, saranno eseguite le campagne complete di prelievi e misure presso le stazioni ancora attive (piezometri e pozzi) delle precedenti campagne, la cui funzionalità è stata opportunamente verificata, ai fini di una maggiore ottimizzazione tecnica ed economica del monitoraggio. Come anticipato, dove l'attuale rete piezometrica non permetteva di coprire le aree da sottoporre a indagine, è stata prevista la realizzazione di nuovi punti di monitoraggio.

Le campagne di monitoraggio saranno finalizzate alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli acquiferi, quale situazione di riferimento per individuare le eventuali modificazioni significative causate dall'intervento costruttivo; per tale fase si prevede una durata di 6 mesi, con misurazioni a frequenza trimestrale. Qualora la fase *ante operam* avesse durata superiore a 6 mesi, il monitoraggio sarà esteso oltre il semestre, sempre con la medesima frequenza.

Secondo quanto riportato nelle Linee Guida Allegato "NG Ambiente" di ANAS, quindi, in fase AO saranno caratterizzate le postazioni di monitoraggio preferibilmente ubicate a valle idrogeologica rispetto all'opera e - ove già presenti nella rete di monitoraggio esistente - saranno utilizzati per la caratterizzazione dello stato attuale eventualmente anche punti localizzati a monte, ai fini di immediato utilizzo di punti già esistenti.

Per tutte le fasi di monitoraggio (AO, CO e PO) sarà inoltre previsto il rilievo freaticometrico con cadenza trimestrale all'interno della rete piezometrica esistente; i piezometri già realizzati e ancora attivi individuati a tale scopo sono riportati nel seguito nella Tabella 4-2.

#### **4.2.4. Monitoraggio in Corso d'Opera**

##### **4.2.4.1 Finalità**

La durata dei monitoraggi in Corso d'Opera è variabile a seconda del cronoprogramma di realizzazione delle opere in progetto, e nello specifico:

- Opere di attraversamento;
- Fasce di trattamento colonnare;
- Gallerie;
- Recupero paesaggistico-ambientale "Ex cava Loreto".

In questa fase sono previste le seguenti attività di monitoraggio:

- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo, ove possibile, della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera; tali indagini saranno condotte per tutta la fase di corso d'opera dell'intero tratto stradale;
- Accertamento di eventuali variazioni significative delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area;
- Misura di portata delle venute d'acqua in galleria e loro campionamento, in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, tramite predisposizione di pozzetti di prelievo. In corrispondenza di tali pozzetti verrà effettuata la misura di portata con metodo volumetrico a mezzo di recipienti graduati ed il prelievo dei campioni di acqua da sottoporre a caratterizzazione analitica, secondo il set analitico definito per le acque sotterranee.
- Monitoraggio in continuo della torbidità delle acque emunte ed immesse in acquedotto dal campo pozzi, con riferimento esclusivamente ai pozzi localizzati presso l'area degradata "Ex cava Loreto", ubicata in località Mocaiana, tramite l'installazione di strumentazione di analisi in continuo concordata con l'ente gestore, in ottemperanza a quanto richiesto al punto 1.d, del parere idrogeologico espresso da parte di Umbra Acque

S.p.A., relativamente all'intera durata del cantiere.

#### 4.2.4.2 Parametri da determinare nel CO

Si prevede la replica dei medesimi parametri monitorati nella fase AO, al fine di garantire continuità e comparabilità dei risultati nel tempo.

#### 4.2.4.3 Frequenza delle operazioni di CO

Per la fase di Corso d'Opera la durata del monitoraggio varierà a seconda della tipologia di interferenza indagata, in ottemperanza a quanto previsto dall'Allegato NG Ambiente delle linee guida ANAS, secondo quanto descritto nel seguito.

I punti di monitoraggio in prossimità delle aree di cantiere, di stoccaggio materiali, del campo base e del sito di deposito di Cava Loreto saranno monitorati per l'intera durata delle lavorazioni con cadenza trimestrale (4 rilievi l'anno), dal momento che presumibilmente tali installazioni avranno vita pari a quella del corso d'opera.

I viadotti di progetto (Casal di Monte, S. Angelo, Assino) e le gallerie (Casal del Monte, Pietralunga 1 e 2, Molinello) saranno invece monitorati, sempre con cadenza trimestrale, per la durata effettiva delle lavorazioni e fino al completo esaurimento dell'interferenza con il corpo idrico. Il monitoraggio sarà pertanto stabilito in base al cronoprogramma delle lavorazioni e prolungato al loro termine per un periodo atto a garantire l'assestamento dei parametri quantitativi e qualitativi indagati.

Ciò significa che il monitoraggio sarà effettuato "fino alla significatività del dato" ovvero fino a quando i parametri oggetto di controllo non subiranno variazioni tali da far pensare ad effetti dovuti alle attività di costruzione. Tale periodo è stato considerato della durata di 6 mesi dopo la fine dei lavori per la realizzazione delle opere e va inteso, per le tipologie di opere sopra indicate, come il PO dell'opera.

### **4.2.5. Monitoraggio Post Operam (PO)**

#### 4.2.5.1 Finalità

In quest'ultima fase sono programmati:

- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera;
- Accertamento di eventuali variazioni significative a lungo termine delle caratteristiche fisico-chimico delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area.

#### 4.2.5.2 Parametri da determinare nel PO

Si prevede la replica dei medesimi parametri monitorati nella fase AO, al fine di garantire continuità e comparabilità dei risultati nel tempo.

#### 4.2.5.3 Frequenza delle operazioni di PO

Nel corso della fase PO il monitoraggio ha le finalità di verificare:

- che le variazioni registrate in fase di CO si siano ristabilite e che i livelli piezometrici di falda raggiungano i valori attesi presso le aree di cantiere dismesse (campi base e stoccaggio inerti);
- che le variazioni sulla permeabilità del terreno introdotte dall'impermeabilizzazione dell'asse stradale e dalla realizzazione delle trincee e dei rilevati siano contenuti e che non producano danni alla circolazione idrica sotterranea.

La fase di PO avrà durata di 12 mesi, con frequenze di monitoraggio trimestrali per tutti i parametri.

Nella seguente tabella sono riassunte le frequenze, i parametri da sottoporre a monitoraggio e la durata delle relative campagne, con riferimento alle tre fasi del PMA in oggetto.

| Fase | Frequenza   | Parametri  | Durata  |
|------|---|--|---|
| AO   | Trimestrale   | Idrologici e chimico-fisici in situ<br>Chimici e batteriologici in laboratorio | 6 mesi (da estendere, qualora la fase AO avesse durata superiore)                 |
| CO   | <b>Campi base e cantieri stoccaggio inerti, sito di deposito Cava Loreto</b><br>Trimestrale | Idrologici e chimico-fisici in situ<br>Chimici e batteriologici in laboratorio | Intera durata del CO  |
|      | <b>Ponti, Viadotti e gallerie</b><br>Trimestrale  |  | Effettiva durata delle lavorazioni + tempo di assestamento dei parametri (6 mesi) |
| PO   | <b>Campi base e cantieri stoccaggio inerti, sito di deposito Cava Loreto</b><br>Trimestrale | Idrologici e chimico-fisici in situ<br>Chimici e batteriologici in laboratorio | 12 mesi   |
|      | <b>Trincee e rilevati</b><br>Trimestrale  |  |   |

TABELLA 4-1 RIEPILOGO ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO, ACQUE SOTTERRANEE, CON RIFERIMENTO ALLE LINEE GUIDA "NG AMBIENTE".

La tabella seguente riassume la rete piezometrica e di pozzi che saranno inseriti nel programma di monitoraggio (codifica e tipologia), la loro ubicazione, la profondità di ciascun punto di monitoraggio nonché le fasi in cui gli stessi saranno campionati. Per l'ubicazione planimetrica dei punti di monitoraggio proposti si rimanda all'elaborato T00MO00MOAPL03 – Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale 3/4 - Componenti acque sotterranee e acque superficiali.

| Punto di monitoraggio            | Tipo                                       | Localizzazione                   | Profondità (m) | Fase                  |
|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------|-----------------------|
| Cantiere stoccaggio inerti       |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ1                     | Piezometro (nuovo)                         | Valle                            | 10             | AO, CO, PO            |
| Viadotto Casal Del monte         |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ2                     | Piezometro (nuovo)                         | Valle                            | 10             | CO e assestamento     |
| PMA_AISO_PZ3                     | Piez. esistente S33 (campagna 2014)        | Monte                            | -              | AO, CO e assestamento |
| Viadotto S. Angelo               |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ4                     | Piezometro (nuovo)                         | Valle                            | 10             | CO e assestamento     |
| Cantiere stoccaggio inerti       |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ5                     | Piez. esistente SV-SA-1 (campagna 2017)    | Valle                            | -              | AO, CO e assestamento |
| Abitazione privata               |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PO1                     | Pozzo esistente (pozzo 11 carta geologica) | -                                | 6              | AO, CO e assestamento |
| Rilevato, est Viadotto S. Angelo |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PO2                     | Pozzo esistente (pozzo 12 carta geologica) | -                                | 3,7            | AO, CO e assestamento |
| Galleria Pietralunga 1           |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ6                     | Piez. esistente SP1-1bis (campagna 2017)   | Monte                            | -              | AO, CO e assestamento |
| PMA_AISO_PZ7                     | Piezometro (nuovo)                         | Valle                            | 35             | CO e assestamento     |
| Galleria Pietralunga 2           |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ8                     | Piez. esistente S40 (campagna 2014)        | Monte                            | -              | AO, CO e assestamento |
| PMA_AISO_PZ9                     | Piezometro (nuovo)                         | Valle                            | 30             | CO e assestamento     |
| Rilevato tra le due gallerie     |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PO3                     | Pozzo esistente (pozzo 14 carta geologica) | Valle                            | 5,5            | AO, CO, PO            |
| Galleria Molinello               |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ10                    | Piez. esistente S28 (campagna 2004)        | Valle                            | -              | AO, CO e assestamento |
| PMA_AISO_PZ11                    | Piez. esistente SMO2-bis (campagna 2004)   | Monte                            | -              | CO e assestamento     |
| Viadotto Assino 2                |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PZ12                    | Piez. esistente S44-bis (campagna 2014)    | Monte                            | -              | AO, CO e assestamento |
| PMA_AISO_PZ13                    | Piezometro (nuovo)                         | Valle                            | 10             | CO e assestamento     |
| PMA_AISO_PO4                     | Pozzo esistente (pozzo 16 carta geologica) | Valle                            | 0,5            | AO, CO e assestamento |
| Sito di Deposito di Cava Loreto  |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_PO5                     | Pozzo esistente (pozzo Mocaiana 2)         | Valle                            | 168            | AO, CO, PO            |
| Rete piezometrica esistente*     |  |                                  |                |                       |
| SV-CS-1, S34, CS1, SP1-1, S26    |  |                                  |                | AO, CO, PO            |
| Acque di venuta delle gallerie   |  |                                  |                |                       |
| PMA_AISO_GA1                     | Pozzetto (nuovo)                           | Imbocco galleria Casal del Monte | -              | CO                    |
| PMA_AISO_GA2                     | Pozzetto (nuovo)                           | Imbocco galleria Pietralunga 1   | -              | CO                    |

|              |                  |                                |   |    |
|--------------|------------------|--------------------------------|---|----|
| PMA_AISO_GA3 | Pozzetto (nuovo) | Imbocco galleria Pietralunga 2 | - | CO |
| PMA_AISO_GA4 | Pozzetto (nuovo) | Imbocco galleria Molinello     | - | CO |

\*: solo rilievo freaticometrico

TABELLA 4-2 PUNTI DI MONITORAGGIO PER LA COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE

### 4.3. SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI

Le specifiche tecniche di seguito riportate sono così articolate:

- Realizzazione di nuove stazioni di rilievo (piezometri).
- Rilevamento ed acquisizione delle informazioni.
- Accettazione e collaudo delle informazioni.

#### 4.3.1. Piezometri di nuova installazione

##### 4.3.1.1 Modalità esecutive

All'interno dei fori appositamente eseguiti a carotaggio continuo saranno installati piezometri del tipo a "tubo aperto". La perforazione sarà eseguita con rivestimento a seguire di diametro 152 mm impiegando come fluido di perforazione acqua pulita.

Successivamente si metteranno in posa i tubi in PVC preparati in elementi di lunghezza 3 m. L'intercapedine tubo finestrato/foro sarà riempita con ghiaia fine lavata di natura silicea e di granulometria compresa tra 4 e 6 mm. La posa del tubo avverrà sollevando poco per volta il rivestimento metallico provvisorio di diametro 152 mm, in modo che il foro non rimanga "scoperto" per più di 50 cm.

Terminata la posa del filtro, si eseguirà il tappo impermeabile per un tratto di circa 1 m utilizzando bentonite in pellet. Infine l'ultimo tratto fino alla superficie si riempirà con una miscela cementizia costituita da acqua-bentonite-cemento. Si provvederà a proteggere l'estremità superiore dei piezometri con un chiusino carrabile in ghisa o con chiusino lamierato (c.d. "funghetto")

I tubi da utilizzare hanno le seguenti caratteristiche:

- materiale PVC PN16;
- diametro 3";
- spessore tubo 5 mm;
- larghezza fessure 0.25 mm;

Ad ultimazione della posa si eseguirà un accurato sviluppo dei piezometri fino a chiarificazione delle acque di spurgo mediante pompa elettrosommersa.

##### 4.3.1.2 Dati sulle perforazioni

Per ogni sondaggio saranno raccolte le seguenti informazioni:

- Data inizio e termine della perforazione
- Stratigrafia del sondaggio

- Ubicazione topografica
- Metodo utilizzato
- Attrezzatura impiegata
- Diametro della perforazione
- Diametro del rivestimento
- Fluido di circolazione
- Quota testa foro metri s.l.m.
- Nominativo del compilatore e responsabile
- Descrizione dei terreni attraversati
- Spessori dei terreni

Nel corso della perforazione verrà rilevato sistematicamente il livello della falda nel foro; le misure saranno eseguite in particolare ogni mattina, prima di riprendere il lavoro, con annotazione di quanto segue

- Livello acqua nel foro rispetto al p.c.
- Quota fondo foro
- Quota della scarpa del rivestimento
- Data e ora della misura.

#### **4.3.2. Rilevamento ed acquisizione delle informazioni**

Considerate le finalità del monitoraggio in campo idrogeologico (monitoraggio qualitativo e quantitativo delle falde), si prevede di controllare in modo programmatico le seguenti due tipologie di dati:

- Rilievo della superficie freatica;
- Parametri qualitativi degli acquiferi, al fine di verificare cambiamenti qualitativi rispetto alla situazione ante-operam.

Le operazioni da eseguire in situ saranno dunque di due tipi:

- Misure piezometriche
- Campionamento di acque da sottoporre ad analisi fisico-chimiche e batteriologiche

##### **4.3.2.1 Misure piezometriche – Linee guida**

Queste misure saranno eseguite utilizzando una sondina piezometrica a punta elettrica, munita di avvisatore acustico ed ottico; non saranno ammesse altre metodiche di misurazione.

La strumentazione utilizzata deve fornire una lettura della profondità con errore massimo del centimetro.

La procedura di misurazione comprende le seguenti operazioni:

1. Verifica del codice numerico di identificazione della stazione di misura (piezometro);
2. Verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro;
3. Apertura del pozzetto e rimozione del tappo avvitato sull'estremità del tubo;
4. Effettuazione di tre misure piezometriche ad intervalli di 5 minuti primi onde calcolare il valore medio dei

livello piezometrico;

5. Annotazione su apposita modulistica delle misure (in quota relativa ed assoluta), e di ogni altro elemento utile in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati (data e ora della misura, situazione meteorologica);
6. Riposizionamento del tappo avvitato sull'estremità del tubo e chiusura del pozzetto di protezione.

#### 4.3.2.2 Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida

##### **Generalità**

Lo scopo di un programma di campionamento è quello di ottenere dei campioni di acqua di falda rappresentativi delle condizioni locali, e che possano essere utilizzati per le analisi di laboratorio.

Pertanto, le operazioni di campionamento devono essere documentate in modo da soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Attendibilità
- Controllabilità
- Ripetibilità.

Le modalità di prelievo e conservazione dei campioni descritte nel seguito sono finalizzate alla esecuzione di analisi di laboratorio con determinazione dei parametri chimico-fisici e microbiologici delle acque campionate.

Le seguenti modalità fanno riferimento alle norme ISO ed UNI EN pubblicate.

##### **Operazioni preliminari**

Il prelievo del campione di fluido sarà preceduto da apposite operazioni di spurgo (dettagliate di seguito) del piezometro, in quanto il volume d'acqua in esso contenuto, non può dirsi rappresentativo delle reali caratteristiche chimiche fisiche e batteriologiche locali, in conseguenza di fenomeni di contaminazione temporanea legati alla tecnica di perforazione (per prelievi immediatamente successivi alla realizzazione dei piezometri stessi), od alla lunga permanenza dell'acqua all'interno della tubazione di rivestimento dovuta al tempo trascorso tra due campagne di misure programmate.

Nel caso di prelievi entro fori di sondaggio appositamente realizzati ed attrezzati, tra il completamento dell'installazione, la esecuzione delle necessarie operazioni di sviluppo e le operazioni di spurgo preliminari al campionamento, dovranno intercorrere (qualora non sussistano necessità di urgenza particolare dettate dal programma dei lavori) un minimo di 3 giorni solari.

Ai fini di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo di seguito illustrate.

L'acqua presente nel pozzo dovrà essere completamente rinnovata, il campione d'acqua andrà prelevato direttamente dalla falda e non dalla porzione presente nel pozzo. Solitamente nei piezometri il volume d'acqua spurgata varia da tre a cinque volte il volume d'acqua contenuto nel piezometro o comunque fino a stabilizzazione dei parametri dell'acquifero determinati con sonda multiparametrica.

Nel caso dei piezometri costruiti per il monitoraggio, occorre una particolare attenzione alle operazioni di chiarificazione. La natura dei terreni attraversata (limi e sabbie fini) comporta l'esecuzione di spurghi molto lunghi, anche alcune ore. Si informa che anche in seguito ad operazioni di spurgo eseguite con attenzione e con tempi superiori alle due ore, il campione d'acqua non risulta limpido, e presenta inoltre caratteristiche di torbidità e presenza di sedimento particellare.

### **Attrezzatura**

Il prelievo dei campioni deve essere eseguito con attrezzature e modalità atte a prevenire ogni contaminazione od alterazione delle caratteristiche chimico-fisico microbiologiche delle acque, ed in particolare:

- le attrezzature destinate al prelievo devono essere preservate da ogni possibile contaminazione anche nelle fasi di trasporto sugli automezzi e in quelle che precedono il prelievo;
- il personale addetto alla manipolazione dei campionatori, delle parti ad essi collegate e di contenitori da trasporto, dovrà utilizzare idonei guanti protettivi di tipo chirurgico, perfettamente puliti.

I requisiti che una buona attrezzatura da campionamento deve possedere sono i seguenti:

- passare facilmente attraverso la tubazione senza pericoli di incastro
- essere di materiale inerte tale che non adsorba inquinanti, non desorba suoi componenti, non alteri Eh e pH
- essere compatibile con il grado di sensibilità analitica richiesto dal programma
- avere la possibilità di campionare a qualsiasi profondità all'interno del piezometro
- possedere facilità d'uso
- avere una buona facilità di trasporto in ogni luogo
- essere facilmente decontaminato con acqua distillata o potabile
- essere affidabile e di lunga durata in qualsiasi condizione ambientale.

Il prelievo di campioni avverrà tramite utilizzo di pompe elettrosommerse (alimentate a 12 V o tramite generatore), le quali dovranno essere decontaminate tra un prelievo e l'altro.

Il campione di acqua prelevato, sarà inserito in contenitori di vetro puliti e sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte, dotati di etichette con le informazioni relative al sito, al numero del piezometro di rilevazione, al numero del campione, profondità, data ed ora del prelievo.

Per la conservazione dei campioni saranno utilizzate bottiglie di vetro scure (per l'analisi degli IPA e degli idrocarburi totali), contenitori in PE (per l'analisi degli inquinanti inorganici) e vials con tappo a tenuta di gas (per l'analisi dei composti volatili). Le aliquote per analisi microbiologiche saranno invece collocate in bottiglie sterili.

### **Modalità di prelievo dei campioni**

Ogni operazione di campionamento sarà preceduta da un corretto spurgo del piezometro, che consiste nella rimozione di un adeguato volume di acqua e dell'eventuale materiale solido presente.

L'operazione di spurgo verrà svolta con pompe elettrosommerse fino a stabilizzazione dei parametri chimico-fisici (ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, pH, temperatura, Eh). Il monitoraggio avverrà mediante sonde multiparametriche inserite direttamente nel piezometro o abbinate all'uso di celle di flusso.

Limitatamente al prelievo dei campioni delle acque di venuta delle gallerie (tramite pozzetti di raccolta ubicati all'imbocco delle stesse), questo avverrà direttamente dalle acque presenti all'interno del pozzetto (ove presenti).

I campioni, per le aliquote da analizzare per i parametri inorganici, saranno filtrati in campo con filtri monouso a 0.45 µm; l'aliquota destinata a parametri organici non sarà invece sottoposta a filtrazione per evitare alterazioni del dato analitico dovute a potenziali fenomeni di adsorbimento. Nei pozzetti ubicati all'imbocco delle gallerie si procederà inoltre alla misura di portata con metodo volumetrico a mezzo di recipienti graduati.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio ed alla loro eventuale ripetibilità; se necessario sarà ottenuto con ripetute operazioni di prelievo alla stessa quota, riponendo quanto campionato nei diversi contenitori opportunamente numerati ed etichettati con tutte le informazioni necessarie alla univoca individuazione della provenienza del campione.

Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria.

### **Conservazione e trasporto dei campioni**

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla T di 4°C, per essere recapitati al laboratorio entro 12 ore dal prelievo.

Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero. Deroche a questa regola potranno essere concesse qualora il tipo di analisi richieste escluda accertamenti microbiologici o di altri componenti la cui concentrazione sia suscettibile di variazioni legate ai tempi di conservazione.

Per quanto riguarda le analisi da effettuare in laboratorio, si rimanda ai parametri riportati al § 4.2.3.2.

### **4.3.3. Modalità di campionamento ed analisi delle acque**

Elementi fondamentali per un corretto progetto di monitoraggio ambientale sono la completezza, la continuità e la tempestività con cui tutte le informazioni e i dati verranno raccolti sia nelle stazioni di misura ubicate all'interno delle aree oggetto di indagine, sia nelle immediate vicinanze di esse.

Con questi requisiti il Progetto di Monitoraggio potrà segnalare ogni eventuale rilevante variazione delle caratteristiche idrodinamiche ed idrochimiche delle acque sotterranee nell'intorno dell'area di monitoraggio e delle opere da realizzare.

La raccolta avverrà attraverso attività "una tantum", quali quelle di censimento pozzi e scarichi nelle immediate vicinanze delle aree di monitoraggio, e soprattutto tramite azioni programmate e ripetitive che costituiscono il cuore del progetto di monitoraggio:

- Rilevazione programmata dei livelli piezometrici delle acque sotterranee;
- Prelievo programmato di campioni dai piezometri costruiti ex-novo ed effettuazione analisi di laboratorio.

Le informazioni ricavate saranno riportate in apposite schede, che saranno il frutto di esperienze maturate precedentemente su analoghe problematiche; si avrà comunque cura di operare una revisione critica alla luce di una gestione successiva dei dati ed ai fini del rispetto di tutti i criteri di qualità che connotano la gestione dei sistemi ambientali semplici o complessi.

Nella redazione della scheda informativa si terrà conto anche della successiva fruibilità dei dati, che saranno raccolti in situ, pensando anche ad una loro eventuale elaborazione prima di essere inseriti in una banca dati.

Altri fattori concorrono poi in maniera decisiva alla validazione e alla rappresentazione delle informazioni che saranno raccolte, e sono:

- la distribuzione areale dei punti di misura;
- la durata temporale delle attività di monitoraggio in situ, per ciascuna delle aree;
- la scelta temporale dell'esecuzione delle misure;
- le modalità di esecuzione delle misure e dei campionamenti alle stazioni di controllo;
- la precisione e l'accuratezza con cui verranno fatte le misure ed i prelievi.

Per garantire un'esatta confrontabilità delle misure e dei dati, nelle diverse fasi temporali del monitoraggio ambientale, ai fini di una corretta interpretazione, sarà necessario replicare le medesime modalità e condizioni di monitoraggio, per ciascuna delle aree indagate e per le diverse fasi.

In particolare, i campionamenti programmati dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura, e le scelte temporali d'esecuzione dei campionamenti dovranno tenere conto anche delle condizioni meteo-climatiche.

Infatti, bisognerà evitare, specie in aree interessate da intensa coltivazione agricola, di effettuare campionamenti in corrispondenza o subito dopo eventi piovosi, al fine di evitare di attribuire cambiamenti (temporanei) qualitativi delle acque sotterranee, alle attività di realizzazione dell'opera.

Per le letture delle altezze piezometriche è prevista, a differenza dei campionamenti che saranno caratterizzati da una maglia ristretta di punti di misura in coincidenza delle aree oggetto di studio, la raccolta del numero, il più elevato possibile, di misure piezometriche attraverso l'utilizzazione per esempio di tutti i piezometri, ancora funzionanti, realizzati nelle precedenti campagne esplorative, e di pozzi esistenti ove disponibile.

Le misure piezometriche saranno espresse in metri e centimetri, sia come distanza dal piano di campagna, sia come valore rapportato all'altezza sul livello del mare; i valori dei parametri fisico-chimico-biologici saranno espressi nelle unità di misura previste dalla normativa di riferimento e riportate su idonee schede di rilevamento.

Per quanto concerne la misura delle caratteristiche qualitative delle acque di falda, ai fini del monitoraggio saranno controllati alcuni parametri che saranno confrontati con i valori registrati durante la campagna di raccolta dati ante-operam, per verificare eventuali rilevanti modificazioni in senso peggiorativo, dovute alle attività di realizzazione dell'infrastruttura.

La sequenza dei parametri analizzati, deriva dall'esame delle normative attualmente vigenti e degli indirizzi che a livello comunitario sono emersi in particolare in materia di utilizzo e salvaguardia delle acque sotterranee.

#### 4.3.3.1 Metodologie di misura e campionamento

Le misure del livello statico saranno effettuate mediante freaticometro graduato con precisione al centimetro.

La misura andrà effettuata dalla bocca pozzo (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; sarà quindi misurata l'altezza della bocca pozzo o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura.

Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

Si dovrà indicare se al momento della misura il pozzo era in funzione o spento, in altre parole da quanto tempo risultava non in funzione. Si dovrà inoltre annotare se vi siano altri pozzi in funzione nelle immediate vicinanze e la loro distanza.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico, ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado.

Il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettrici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposte schede.

#### 4.3.3.2 Prelievo campioni acque sotterranee per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

##### **Campionamento**

Il campionamento dai pozzi dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua, calcolato in relazione alle caratteristiche del pozzo stesso, in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Il campionamento dal pozzo Mocaiana 2 (utilizzato per scopi idropotabili) verrà effettuato direttamente dal rubinetto di prelievo campioni collocato sulla linea di mandata del pozzo). Nel caso del pozzo di Cava Loreto il prelievo avverrà direttamente dalla tubazione di mandata delle acque captate dalla pompa installata nel pozzo stesso.

Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- Bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche
- Bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche
- Bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con quest'acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero e il tappo.

Il campionamento per le analisi batteriologiche, invece, richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua e altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca d'acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, per le analisi batteriologiche, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda ed un verbale di campionamento idonei allo scopo.

#### 4.3.3.3 Metodologia di esecuzione delle analisi

##### **Analisi chimico fisiche**

Le analisi di caratterizzazione chimico-fisica delle acque sotterranee saranno eseguite presso laboratorio accreditato ACCREDIA. I risultati delle analisi dovranno essere confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tab. 2, all. 5, parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

## 5. SUOLO

---

Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera infrastrutturale sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelli dovuti alle attività di cantiere.

Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione. Più in generale misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque.

Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche.

Le attività di monitoraggio riguardano tre distinte fasi:

- ante operam, per conoscere le caratteristiche iniziali dei suoli interessati;
- di costruzione o in corso d'opera;
- post operam.

### 5.1. ACCERTAMENTI ANTE OPERAM

---

Il monitoraggio ante operam, avendo come scopo quello di caratterizzare lo stato ed il tipo di suolo, fornirà un quadro di base delle caratteristiche del terreno, in modo da poter definire, successivamente, eventuali interventi per ristabilire condizioni di disequilibrio.

### 5.2. ACCERTAMENTI IN CORSO D'OPERA

---

Il monitoraggio in corso d'opera sarà mirato fundamentalmente al controllo di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti che potrebbero verificarsi in fase di cantiere e alla verifica del corretto svolgimento delle attività di rimozione e deposizione della matrice pedologica oggetto di scotico per futuro riutilizzo.

### 5.3. ACCERTAMENTI POST OPERAM

---

Il monitoraggio *post operam* sarà mirato fundamentalmente al controllo delle sostanze inquinanti dovute al traffico ordinario, una volta che l'infrastruttura verrà messa a regime.

### 5.4. INDICAZIONI NORMATIVE PER IL MONITORAGGIO

---

La normativa di riferimento seguita per la redazione del presente piano è quella relativa alle analisi di laboratorio, a valenza nazionale. In particolare si considerano le seguenti norme:

- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002).

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme nazionali alle quali riferirsi, pertanto sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali. In particolare sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): *Guidelines for Soil Description*.

## **5.5. RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DEL SUOLO - INTERVENTI PER PIANIFICARE MITIGAZIONE E RIPRISTINO**

La qualità del suolo si manifesta principalmente attraverso due aspetti:

- la capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc.; tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo;
- l'adeguatezza all'uso correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

Secondo l'OCSE i principali processi di degradazione ambientale sono generalmente riconducibili all'erosione del suolo, alla sua sommersione, all'acidificazione, alla salinizzazione, alla sodicizzazione, al compattamento, alla formazione di croste superficiali e di strati compatti lungo il profilo, alla perdita di sostanza organica, al deterioramento della struttura, alla desertificazione, all'accumulo di sostanze tossiche, alla perdita di elementi nutritivi.

I due terzi dei suoli dell'Italia presentano preoccupanti problemi di degradazione, in virtù di una gestione territoriale non sempre corretta. Tali fenomeni di degradazione ambientale si sono più accentuati in quelle aree ove è stata più forte l'attività antropica, la quale non sempre è avvenuta in maniera compatibile con i criteri fondamentali della conservazione del suolo, anche se l'area su cui insiste la nuova infrastruttura non può ritenersi ricompresa tra quelle ad intensa attività antropica.

L'incremento di superfici urbanizzate, utilizzate da infrastrutture e da reti di comunicazione può essere considerato come il principale ed il più evidente tipo di pressione gravante sul territorio. Oltre ad essere direttamente collegati alla perdita della risorsa, gli impatti sul suolo conseguenti a tale incremento si riassumono in perdita di valore qualitativo delle aree rurali, in frammentazione delle unità colturali ed in inquinamento da fonti diffuse diverse da quelle agricole. Il termine di urbanizzazione assume nello specifico il significato di cementificazione e "sigillatura" dei suoli ad opera dell'edificazione del territorio; ciò deriva dal fatto che gli interventi edificatori o infrastrutturali comportano il decorticamento e l'impermeabilizzazione della sede in cui si lavora.

Per l'infrastruttura in analisi, i problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono di tre categorie:

- perdita di materiale naturale
- contaminazione dei suoli dovuta ad incidenti
- impermeabilizzazione dei terreni.

La perdita del materiale risulta rilevante, in considerazione dell'entità dell'intervento in progetto. Il tracciato si sviluppa per lo più in viadotto e in galleria naturale che, come noto, implica la perdita di grosse quantità di materiale. In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo. Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono evidenti e pertanto è possibile intervenire in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza, anche a seguito delle segnalazioni provenienti dall'Unità Ambientale di Cantiere e dal Responsabile Ambientale. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee.

L'impermeabilizzazione dei suoli infine è più legata alle caratteristiche strutturali intrinseche dell'opera che ad episodi specifici. La copertura del terreno con asfalto, il passaggio di mezzi pesanti, l'asportazione del materiale causano asfissia, compattazione o impoverimento del suolo stesso. Da ciò può derivare un'impermeabilizzazione dei terreni difficilmente reversibile. Ciononostante, il problema è ridotto grazie alla fitta rete idrica superficiale e sotterranea ed alla vegetazione presente in loco, nonché alle mitigazioni ambientali nella loro totalità. I sondaggi garantiranno un controllo continuo dello stato dell'arte.

#### 5.5.1.1 Gli interventi

Il suolo interessato da operazioni di scotico per successivo riutilizzo nelle opere a verde sarà stoccato in cumuli rinverditi, limitando così la perdita delle sue caratteristiche agronomiche e mantenendo attivi i cicli di scambio gassoso con l'atmosfera.

Per quanto concerne le eventuali contaminazioni in corso d'opera, saranno attivate tutte le misure consolidate di prevenzione nelle aree di cantiere, quali:

- la realizzazione delle vasche di contenimento delle sostanze pericolose
- lo stoccaggio di materiale assorbente
- la predisposizione di aree predisposte per le movimentazioni pericolose

Nel caso dovessero concretizzarsi emergenze impreviste, verrà attivato comunque l'iter procedurale e le metodologie previste nel DM 152/06 e s.m.i.

L'impermeabilizzazione dei suoli è un rischio difficilmente mitigabile, per evitare il quale ci si avvarrà del miglior utilizzo del sistema di canali, garantendo un buon funzionamento del sistema idraulico del territorio. Ad ogni modo, l'area circostante il tracciato è tuttora naturale e ciò, insieme alle mitigazioni ambientali, favorirà un buon mantenimento delle caratteristiche originarie della struttura pedologica.

## 5.6. DESCRIZIONE DEI CANTIERI

I monitoraggi saranno previsti nelle aree di cantiere del campo base e di stoccaggio inerti e/o materiali presenti lungo l'opera in progetto. In particolare, saranno eseguiti monitoraggi della componente suolo nell'area del cantiere

principale, ubicato in prossimità dello svincolo Mocaiana esistente e nelle aree dei sottocantieri, poste in corrispondenza delle aree in cui verranno realizzate le opere d'arte e gli imbocchi delle gallerie. Le funzioni logistico/operative per lo sviluppo di tutte le attività saranno svolte dall'area di cantiere base, che accoglierà inoltre i baraccamenti di servizio per le maestranze e la direzione lavori.

Per i punti di monitoraggio localizzati nelle aree di cantiere (campo base, cantieri di stoccaggio inerti e/o materiali ed aree operative imbocchi gallerie cantiere base) saranno considerate sole le fasi AO e PO, in quanto, nel CO, l'impianto delle aree di cantiere (riporti/spianamenti, aree impermeabilizzate, strutture interne al cantiere ecc.) e le attività di lavorazione in corrispondenza delle gallerie non consentiranno di prelevare campioni di terreno.

Non sono previste indagini sui suoli nel sito di deposito definitivo localizzato presso Cava Loreto, in quanto trattasi di sito attualmente già compromesso dal punto di vista pedologico. Il materiale collocato a deposito presso tale Sito, inoltre, sarà già sottoposto a caratterizzazione in corso d'opera nel corso dell'attuazione del Protocollo di Caratterizzazione descritto nel Piano di Utilizzo dei materiali da scavo.

## **5.7. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE**

I parametri che saranno oggetto di monitoraggio periodico relativamente alla risorsa suolo saranno fondamentalmente di tre tipi:

- parametri stazionali dei punti di indagine, dati sull'uso attuale del suolo, capacità d'uso e pratiche colturali precedenti all'insediamento dei cantieri;
- descrizione dei profili, mediante apposite schede, la classificazione pedologica ed il prelievo dei campioni;
- analisi dei campioni in laboratorio per la determinazione di tutti i parametri riportati di seguito; tra questi, nella fase esecutiva, tutti o solo alcuni potrebbero essere presi in considerazione come indicatori (ciò dipenderà dalla significatività dei dati analitici).

Il dettaglio dei parametri oggetto di monitoraggio è fornito nei paragrafi seguenti.

### **5.7.1. Parametri pedologici (in situ – metodica S1)**

#### **Esposizione**

Immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario.

#### **Pendenza**

Inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali.

#### **Uso del suolo**

Tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.

#### **Microrilievo**

Descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo le seguenti specifiche:

| Codice | Descrizione                                 |
|--------|---|
| RA     | Da ribaltamenti di alberi                   |
| AG     | Da argille dinamiche                        |
| MM     | Cunette e rilievi da movimenti di massa     |
| AL     | Altro tipo di microrilievo (da specificare) |
| Z      | assente                                     |

TABELLA 5-1 – CODICI PER DESCRIZIONE MICRORILIEVO

### **Pietrosità superficiale**

Percentuale relativa ai frammenti di roccia alterata presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, secondo le seguenti specifiche:

| Codice | Descrizione  |
|--------|--|
| 0      | Nessuna pietrosità: pietre assenti o <0,01% dell'area  |
| 1      | Scarsa pietrosità: tra 0,01 e 0,1% dell'area   |
| 2      | Comune pietrosità: tra 0,1 e 3% dell'area  |
| 3      | Elevata pietrosità: tra 3 e 15% dell'area  |
| 4      | Eccessiva pietrosità: tra 15 e 50% dell'area (impossibili utilizzo di qualunque macchinario) |
| 5      | Eccessiva pietrosità: tra 50e 90% dell'area (impossibili utilizzo di qualunque macchinario)  |
| 6      | Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area  |

TABELLA 5-2 – CODICI PER DESCRIZIONE PIETROSITÀ

### **Rocciosità Affiorante**

Percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 km<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.

### **Fenditure Superficiali**

Indicare, per un'area di circa 100 m, il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità in cm delle fessure presenti in superficie.

### **Vegetazione**

Descrizione, mediante uso di unità sintetiche fisionomiche e floristiche, della vegetazione naturale nell'intorno dell'areale del punto di monitoraggio.

### **Stato Erosivo**

Presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo

### Permeabilità

Velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuite allo strato con granulometria più fine, secondo la seguente scala numerica:

| Scala | Granulometria                 | Permeabilità |
|-------|-------------------------------|--------------|
| 0     | Argille                       | Molto bassa  |
| 1     | Limi – limi argillosi         | Bassa        |
| 2     | Sabbie argillose              | Medio bassa  |
| 3     | Sabbie fini – sabbie limose   | Media        |
| 4     | Sabbie medie – sabbie gradate | Medio alta   |
| 5     | Ghiaie – sabbie grosse        | Alta         |
| 6     | Ghiaie lavate                 | Molto alta   |

TABELLA 5-3 – CODICI PER DESCRIZIONE PERMEABILITÀ

### Classe di drenaggio

Si individueranno le seguenti classi di drenaggio:

| Classe               | Descrizione   |
|----------------------|---|
| Rapido               | Acqua rimossa molto rapidamente                                   |
| Moderatamente rapido | Acqua rimossa rapidamente   |
| Buono                | Acqua rimossa prontamente   |
| Mediocre             | Acqua rimossa lentamente in alcuni periodi                        |
| Lento                | Acqua rimossa lentamente  |
| Molto lento          | Acqua rimossa molto lentamente (suoli periodicamente bagnati)     |
| Impedito             | Acqua rimossa molto lentamente (suoli bagnati per lunghi periodi) |

TABELLA 5-4 – CODICI PER DESCRIZIONE CLASSI DI DRENAGGIO

### Substrato pedogenetico

Definizione del materiale immediatamente sottostante il suolo a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso.

### 5.7.2. Parametri chimico-fisici: in situ e/o in laboratorio (metodica S2)

#### Granulometria

Le analisi della distribuzione granulometrica del suolo servono a verificare che il materiale utilizzato nella fase finale di recupero del sito abbia caratteristiche granulometriche confrontabili (distribuzione tessitura) di quello presente nella situazione *ante operam*. Essendo tali caratteristiche non mutabili nel tempo, una significativa differenza di tessitura indicherebbe la presenza di suolo proveniente da altre aree.

#### Conducibilità elettrica

I sali solubili presenti nel terreno, siano essi derivati dal suolo stesso, dalle acque di falda o di irrigazione o dalle concimazioni, sono indispensabili per la nutrizione delle piante, ma la loro concentrazione deve essere contenuta entro certi valori. Elevate concentrazioni saline possono, a seconda della specie ionica presente, provocare squilibri nutrizionali, effetti di tossicità per le piante, danni alla struttura del terreno e, in certi casi, modifiche del pH.

La conducibilità elettrica dell'estratto saturo del terreno, o in alternativa di sospensioni suolo/acqua in diversi rapporti, essendo strettamente proporzionale alla pressione osmotica, è un indice efficace e di facile utilizzo per la diagnosi di salinità. Non è sufficiente considerare la concentrazione di sali solubili per conoscere l'effetto negativo indotto sulle piante dall'aumento della pressione osmotica in quanto bisogna tener conto, a parità di contenuto salino, anche della differente capacità di ritenzione idrica dei terreni, aspetto in grado di regolare la concentrazione salina e la pressione osmotica della soluzione del suolo.

#### pH

Indica il grado di acidità e di alcalinità del suolo. In base al pH i terreni possono essere distinti in:

| TIPOLOGIA SUOLI | pH      |
|-----------------|---------|
| periacidi       | < 5,3   |
| acidi           | 5,4-5,9 |
| subacidi        | 6,0-6,7 |
| neutri          | 6,7-7,2 |
| subalcalini     | 7,3-8,1 |
| alcalini        | 8,2-8,8 |
| perialcalini    | > 8,8   |

TABELLA 5-5 – CODICI PER DESCRIZIONE CLASSI DI PH

Per lo sviluppo dei vegetali i valori di pH devono in genere essere compresi tra 6,0 e 8,5.

#### Sostanza organica

La sostanza organica contribuisce alla fertilità organica del suolo e, più in generale, all'accrescimento vegetale esercitando effetti indiretti ed effetti diretti sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

Effetti indiretti:

| PROPRIETÀ  | EFFETTI   |
|--|---|
| Colore scuro   | Favorisce il riscaldamento del suolo  |
| Capacità di idratazione (ritenzione idrica delle sostanze umiche)  | Previene l'essiccamento, quindi il deterioramento della struttura del suolo e degli organismi che ci vivono   |
| Capacità di legame con i minerali                                  | Agisce come cementante, induce la formazione di aggregati stabili, condiziona struttura, permeabilità e scambi gassosi  |
| Potere tampone   | Stabilizza il pH  |
| CSC (fino al 70 % del totale)                                      | Permette la nutrizione minerale delle piante e determina la capacità di trattenere e rilasciare sostanze  |
| Si decompone e si mineralizza                                      | Rilascia CO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                 |
| Capacità di formare complessi stabili (chelati) con microelementi. | Condiziona la solubilità e la disponibilità di molti microelementi, quali rame (Cu <sup>2+</sup> ), manganese (Mn <sup>2+</sup> ), Zinco (Zn <sup>2+</sup> ) ed altri |
| Capacità di interagire con fitofarmaci e sostanze xenobiotiche     | Ne condiziona bioattività, persistenza, biodegradabilità e ne influenza i criteri di somministrazione e dosaggio  |
| Limitata solubilità in acqua                                       | Previene lisciviazione e percolazione   |

Effetti diretti:

|   |
|---|
| Aumento velocità di germinazione ed assorbimento acqua accelerato |
| Iniziazione stimolata e sviluppo radici laterali                  |
| Stimolazione della crescita e allungamento cellulare              |
| Stimolazione della crescita di germogli e radici                  |
| Assorbimento di macroelementi                                     |
| Assorbimento di microelementi                                     |
| Assorbimento diretto di sostanze umiche                           |
| Influenza sulla permeabilità delle membrane cellulari             |
| Influenza sulla fotosintesi e sulla respirazione                  |
| Influenza sulla sintesi proteica e degli acidi nucleici           |
| Azione ormono-simile  |

Le indagini saranno volte a constatare che i suoli non perdano le loro caratteristiche iniziali di fertilità.

### **Calcare totale**

Per calcare totale si intende la componente minerale del terreno costituita prevalentemente da carbonati di calcio, magnesio e sodio. Dato che il primo è predominante rispetto agli altri e il metodo analitico non permette la distinzione fra le varie forme, convenzionalmente il calcare del terreno viene espresso come carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Esso può costituire in alcuni suoli alcalini più della metà della frazione solida del terreno contribuendo in maniera determinante a definirne le proprietà; nei terreni acidi invece esso è raramente presente e comunque in quantità molto basse, tanto che quando il pH è inferiore a 6,5 la determinazione del calcare può essere tralasciata. La presenza di calcare nel suolo, entro certi limiti, è da considerarsi positiva per la funzione nutrizionale esplicata dal calcio nei riguardi delle piante e per gli effetti favorevoli sulla struttura e sulla mineralizzazione delle sostanze organiche. Quando però esso è presente in quantità eccessive e soprattutto in forme mineralogiche molto attive, si possono manifestare i tipici inconvenienti dei terreni "costituzionalmente alcalini"

### **Idrocarburi pesanti con C>12**

La verifica di eventuali contaminazioni del suolo a seguito di sversamenti accidentali sarà effettuata mediante l'analisi del parametro idrocarburi pesanti (C>12). I limiti di riferimento saranno quelli di cui alla Tab. 1., Col. A/B (in funzione della destinazione d'uso del sito di campionamento) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

### **Metalli pesanti**

Sono di norma definiti metalli pesanti gli elementi che presentano una densità superiore a  $5 \text{ g/cm}^3$  e che si comportano per lo più come cationi. Di questi solamente una dozzina sono di interesse biologico. Pur potendo provenire da fonti molto diverse, hanno alcuni caratteri comuni:

- non decadono con il tempo, diversamente dai composti organici o dai radionuclidi;
- sono spesso tossici, al di sopra di determinate soglie, per organismi animali e/o vegetali;
- sono sempre presenti, a concentrazioni variabili, anche nei suoli incontaminati, cioè esiste sempre un valore di fondo non antropico, definito come livello di fondo naturale.

Alcuni di questi elementi rivestono un ruolo particolare nelle catene alimentari in quanto risultano essere tossici per gli organismi viventi, soprattutto piante ed animali, a concentrazioni relativamente basse rispetto agli altri elementi presenti in natura.

I metalli nel suolo possono essere presenti in forme diverse:

- come ioni disciolti nella soluzione circolante;
- come sali insolubili;
- come ioni assorbiti sui colloidi (argille o sostanze organiche);
- come componenti dei microrganismi;
- come componenti dei tessuti vegetali.

Pur in assenza di un effettivo collegamento a livello nazionale che consenta una precisa conoscenza dei contenuti caratteristici, e spesso tra loro molto differenti, dei metalli pesanti nelle diverse regioni italiane, è possibile

individuare un intervallo di concentrazione per ogni singolo metallo che può essere ragionevolmente definito "normale". Nella Tabella seguente vengono riportati i valori di concentrazione di alcuni dei metalli.

I dati derivano dalle analisi di suoli campionati in almeno 10 regioni italiane (Barbafieri et al. 1996).

I valori di concentrazione riportati presentano alcune specificità che derivano sia dall'evoluzione dei substrati pedogenetici caratteristici di alcune aree mediterranee, sia da particolari attività di carattere antropico (Zinco, Rame).

In ogni caso è opportuno sottolineare come in presenza di questi valori non si siano mai verificati fenomeni di fitotossicità, né particolari problemi di carattere ambientale.

| Metalli   | Concentrazione (mg x kg <sup>-1</sup> ) di alcuni metalli pesanti riscontrabili in suoli coltivati e naturali |
|-----------|---|
| Cadmio    | 0,1 - 5   |
| Cromo     | 10 - 150  |
| Manganese | 750 - 1000  |
| Piombo    | 5 - 120   |
| Rame      | 10 - 120  |
| Zinco     | 10 - 150  |

TABELLA 5-6 – VALORI TIPICI DI METALLI PESANTI IN SUOLI AGRARI E NATURALI

I metalli che saranno oggetto di analisi nel corso del monitoraggio periodico sono i seguenti:

- Arsenico
- Cadmio
- Cromo
- Rame
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Zinco

## 5.8. DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE

Un'osservazione pedologica necessita di uno scavo o una trivellata, ossia un taglio o una perforazione verticale che attraversi il suolo. Lo scavo consente di mettere a nudo una sezione verticale ed evidenziarne il profilo, profondo pochi centimetri o alcuni metri. Con il metodo delle carote, invece, prevede il prelievo di una carota o cilindro di terreno in modo da poterne vedere i vari strati. Non sempre è possibile effettuare lo scavo, in quanto l'escavazione richiede spazi più grandi. Laddove non sarà possibile effettuare lo scavo, si realizzerà una trivellata.

Preliminarmente allo scavo o perforazione, si registreranno sempre i riferimenti geografici e temporali e i caratteri stagionali dell'area di appartenenza.

### **5.8.1. Trivellate pedologiche**

Le trivellate saranno effettuate manualmente, con l'uso della trivella pedologica a punta elicoidale, a diametro di 6 cm, fino a 1,5 m di profondità se non si incontrano roccia, pietre o ghiaia che rendano impossibile un ulteriore approfondimento della trivella.

La trivellata seguirà le seguenti fasi:

- ruotare la trivella su se stessa per scavare;
- portare lo strumento fuori dal buco e trasferire il campione su un telo di plastica o una tavolozza senza romperlo e soprattutto senza perderne la distribuzione verticale;
- ripetere le operazioni 1 e 2 fino al raggiungimento di 1,5 m, sistemando ogni campione sotto l'ultimo prelevato.

Le trivellazioni saranno ubicate in modo da rappresentare la variabilità geomorfologica dell'area in esame.

### **5.8.2. Scavi pedologici**

Lo studio dei profili prevede l'apertura di buche utilizzando una ruspa (è realizzabile anche a mano), alla profondità di 1,5 m (massima profondità consentita per scavi di terra senza protezione laterale). Nel caso di presenza di falda, lo scavo si arresterà alla stessa. Il profilo deve presentare una parete verticale ben illuminata su cui effettuare, per ciascun orizzonte, le osservazioni ed il prelievo di campioni di suolo. Gli scavi saranno ubicati in modo da rappresentare la variabilità geomorfologica dell'area in esame.

### **5.8.3. Analisi di laboratorio**

Su campioni prelevati dagli orizzonti superficiali del terreno saranno effettuate analisi di laboratorio volte a definire le caratteristiche dei suoli (*ante operam*) e valutarne la modificazione in corso d'opera a seguito degli interventi effettuati in connessione alla realizzazione dell'opera.

Si riportano le generalità per ogni componente, dettate dal D.M. 13/09/1999, che definisce i metodi per le analisi di laboratorio. Ogni analisi presenta nel DM diverse possibili metodologie.

#### **Preparazione del campione e rilevazione granulometrica**

Il metodo di preparazione del campione da sottoporre ad analisi è finalizzato a consentire che:

- la più piccola pesata prevista dai metodi di analisi sia rappresentativa del suolo in esame,
- non vengano apportate modificazioni di composizione tali da alterare sensibilmente le varie solubilità nei differenti reattivi estraenti;
- possa essere valutata la quantità di particelle con diametro inferiore a 2 mm.

Le percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine saranno definite seguendo i triangoli tessiturali della Soil Taxonomy.

### **Conducibilità Elettrica**

La misura della conducibilità della soluzione del terreno viene eseguita con un conduttimetro su estratti saturi (ECe), oppure su sospensioni di terreno in acqua in rapporto (peso/peso) 1:2,5 (EC 1:2,5) o 1:5 (EC 1:5) e viene espressa in mS/cm. I valori ottenuti misurando l'estratto a saturazione risultano tuttavia i più correlati con le condizioni di campo.

### **pH**

Il pH del terreno viene determinato per via potenziometrica in una dispersione di terreno in acqua distillata preparata in condizioni standard con rapporto terreno/acqua pari a 1:2,5 in peso. È importante rispettare queste proporzioni perché il pH risulta tanto più basso quanto minore è il rapporto terreno/acqua.

### **Sostanza organica**

Metodo di Walkley – Black o analisi tramite analizzatore elementare. Il quantitativo di sostanza organica sarà calcolato a partire dal quantitativo di C Organico moltiplicato per 1,72.

### **Calcare Totale**

Il calcare totale viene determinato con metodo gasvolumetrico basato sulla determinazione del volume di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) che si sviluppa dal contatto del suolo con una soluzione di acido cloridrico (HCl); tale volume infatti è proporzionale al CaCO<sub>3</sub> presente poiché è il prodotto della seguente reazione quantitativa:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} > \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

Considerando temperatura e pressione atmosferica, che condizionano il volume della CO<sub>2</sub>, dalla quantità di CO<sub>2</sub> sviluppata si risale al contenuto in calcare totale del suolo espresso come % di CaCO<sub>3</sub>.

### **Idrocarburi totali**

I metodi di misura degli idrocarburi adottati dai laboratori delle ARPA/APPA variano in funzione della matrice indagata. Con riferimento alle matrici solide:

- i metodi ISO 16703:2004 consentono la misura degli idrocarburi compresi nell'intervallo C10-C40 per frazioni di massa comprese tra 100 e 10000 mg/kg ss. Il limite inferiore di questo campo di applicazione può essere ulteriormente ridotto per esempio concentrando l'estratto prima dell'analisi; i laboratori devono garantire che il Limite di Quantificazione (LOQ) sia almeno il 50% del limite di legge.

Esistono anche altri metodi per la preparazione del campione e la determinazione strumentale degli idrocarburi quali, ad esempio, quelli pubblicati dall'EPA per la preparativa del campione (EPA 3540 C – 3545 A per le matrici solide), metodi di analisi con tecniche GC-FID (EPA 8015 D), metodi di analisi all'infrarosso (EPA 8440) ecc.

### **Metalli pesanti**

L'analisi per la determinazione dei metalli pesanti totali viene eseguita mineralizzando il suolo con una soluzione di *aqua regia* e quindi determinando i singoli metalli in spettrometria.

## 5.9. STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE PER LA MATRICE PEDOLOGICA

Non esistendo studi empirici di settore sulla zona di interesse, si considereranno le informazioni reperite in letteratura regionale, nazionale ed internazionale. Successivamente, il monitoraggio *ante operam*, potrà dare un'idea più precisa, sito per sito. I principali processi di degradazione del suolo nell'area di interesse sono attualmente attribuiti a fenomeni di erosione idrica e ruscellamento superficiale.

## 5.10. CRITERI PER LA SCELTA ED INDICAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

La selezione delle aree di indagine è stata impostata con la finalità di testimoniare la situazione e l'evoluzione della qualità dei suoli, scegliendo in particolare le aree di rimozione e deposizione del terreno (cantieri). Il suolo sarà estratto principalmente in galleria ed in corrispondenza della piattaforma stradale ed in minima parte presso i viadotti.

Le indagini si concentrano in zone in cui le attività svolte possano determinare incidenti, sversamenti, accumuli, perdite di sostanze inquinanti, come soprattutto le attività di carico e scarico o di immagazzinamento possono comportare. Il campionamento deve inoltre essere mirato a controllare il corretto svolgimento delle attività di deposito e di lavorazione dei materiali. Per questo, sono stati selezionati i cantieri principali come siti d'indagine, ed i piazzali degli imbocchi in galleria in cui saranno svolte le lavorazioni principali tra cui la realizzazione dei tratti in galleria artificiale e gli imbocchi stessi.

Le aree di monitoraggio (Tabella 5-7) sono così identificate:

- Ante Operam: sarà effettuata 1 trivellata o 1 profilo pedologico nel cantiere base e nelle aree di stoccaggio inerti e materiali ed 1 trivellata nei 4 sottocantieri degli imbocchi in galleria, per un totale di 8 trivellate;;
- Corso d'Opera: non saranno effettuati monitoraggi nelle aree di cantiere in quanto l'impianto delle aree di cantiere (riporti/spianamenti, aree impermeabilizzate, strutture interne al cantiere ecc.) e le attività di lavorazione in corrispondenza delle gallerie non consentiranno di prelevare campioni di terreno. Eventuali campionamenti saranno effettuati solo a seguito di sversamenti accidentali sulla matrice suolo.
- Post Operam: verranno replicate le misure effettuate nell'ante operam.

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento individuati per la matrice suolo. Le stazioni di monitoraggio scelte sono indicate nella Planimetria dei punti di monitoraggi ambientale T00MO00MOAPL04 - Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale 4/4 Componenti Suolo, Flora, Fauna, Paesaggio.

| Identificativo | Cantiere                             | Posizione rispetto al tracciato | Frequenza       |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| PMA_PEDO_01    | Campo stoccaggio inerti              | Prog 460                        | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_02    | Cantiere stoccaggio inerti           | Prog 1+320                      | A.O.-C.O.*P.O.  |
| PMA_PEDO_03    | Imbocco Ovest Galleria Pietralunga 1 | Prog 1+555                      | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_04    | Imbocco Est Galleria Pietralunga 1   | Prog 1+870                      | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_05    | Imbocco Ovest Galleria Pietralunga 2 | Prog 2+290                      | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_06    | Imbocco Est Galleria Molinello       | Prog 2+910                      | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_07    | Cantiere stoccaggio inerti           | Prog 3+100                      | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_08    | Cantiere stoccaggio materiali        | Semisvincolo Mocaiana           | A.O.-C.O.*-P.O. |
| PMA_PEDO_09    | Cantiere campo base                  | Semisvincolo Mocaiana           | A.O.-C.O.*-P.O. |

**TABELLA 5-7 INDICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO PER SUOLO E SOTTOSUOLO; \*REALIZZATI SOLO NEL CASO DOVESSERO VERIFICARSI EVENTI ECCEZIONALI (SVERSAMENTI ACCIDENTALI O ALTRI TIPI DI INCIDENTI CONNESSI ALLA MATRICE PEDOLOGICA.**

Per l'area del semisvincolo Mocaiana, il primo punto di monitoraggio sarà posizionato nell'area di stoccaggio materiali e l'altro nella zona di deposito temporaneo, utilizzata per l'accumulo del materiale di risulta ritenuto idoneo alla formazione dei rilevati senza trattamento, per accumulo del materiale da trattare preventivamente alla formazione dei rilevati, per accumulo del materiale inidoneo da trasferire successivamente a deposito definitivo.

## 5.11. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

Le indagini ante operam verranno realizzate una sola volta, essendo finalizzate alla caratterizzazione dello stato naturale del suolo. I risultati saranno considerati come lo "stato zero" o di partenza.

Le indagini in corso d'opera presso i cantieri/aree operative verranno realizzate esclusivamente nel caso dovessero verificarsi eventi eccezionali (sversamenti accidentali di idrocarburi o altri tipi di incidenti potenzialmente impattanti sulla matrice pedologica), selezionando anche solo una parte dei parametri da indagare, a seconda del tipo di problema da affrontare. L'ultimo monitoraggio dovrà necessariamente coincidere con il momento di chiusura definitiva dei lavori, in modo da poter attivare il funzionamento dell'infrastruttura senza problemi insoluti.

Il monitoraggio post operam sarà realizzato una sola volta un anno dopo la messa in esercizio dell'opera.

## 5.12. DOCUMENTI DI SINTESI DEL MONITORAGGIO

I dati raccolti nella campagna di monitoraggio saranno descritti in schede riassuntive, in relazione alle aree di cantiere ed ai profili del suolo, secondo due gruppi di dati: anagrafici e parametri rilevati.

Sarà redatta una relazione iniziale per quel che concerne il monitoraggio *ante operam*, una intermedia al termine della costruzione dell'opera comprendente tutte le fasi di indagine in cui, oltre ai dati intrinseci della matrice pedologica, dovranno essere descritti geomorfologia e aspetti superficiali per ogni cantiere/campo base, per tutte le indagini effettuate, ed una finale in concomitanza con il monitoraggio *post operam*. In tal modo si avrà anche un'indicazione dei cambiamenti in itinere. Inoltre, nel corso dello svolgimento di tutta l'azione di monitoraggio si devono prevedere dei report costanti dopo ogni campagna, che siano riassuntivi dei dati raccolti e che evidenzino eventuali valori anomali, in modo da tenere sotto controllo possibili situazioni di criticità.

I profili pedologici e gli elaborati di sintesi saranno elaborati indicando le aree caratterizzate da uniformità pedologica. I dati del monitoraggio in corso d'opera saranno confrontati con quelli relativi alla situazione indisturbata *ante operam* e con quelli relativi alla normativa per l'eventuale adozione di misure di mitigazione da effettuarsi *post operam*.

## 6. FLORA E FAUNA

---

### 6.1. PREMESSA ED OBIETTIVI DEL PMA

---

Il presente capitolo definisce gli obiettivi e i criteri metodologici per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) relativo alle componenti vegetazionali, floristiche e faunistiche che direttamente o indirettamente risultano interessate dai lavori di realizzazione dell'infrastruttura in progetto.

Nella redazione del presente PMA si è tenuto conto delle indicazioni contenute nelle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)" predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e delle osservazioni presentate da ISPRA, che richiamano, per alcune specifiche componenti, le più recenti Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedura VIA (Indirizzi metodologici specifici Biodiversità: Vegetazione, Flora, Fauna, 13/03/2015).

La redazione del Piano di Monitoraggio è finalizzata alla verifica della variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dall'Opera.

Per le aree naturali prossime al tracciato di progetto, i principi base del monitoraggio consistono:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i ricettori prescelti) nella fase *ante operam*, con specifico riferimento alle fitocenosi presenti, agli habitat di interesse conservazionistico, oltre alle specie animali e vegetali;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti naturalistiche;
- nel controllare, nelle fasi di costruzione e *post operam*, l'evoluzione della vegetazione, degli habitat presenti e dello stato dei popolamenti faunistici, oltre a predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi;
- nell'accertamento della corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel SIA, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui;
- nella verifica del successo degli interventi di mitigazione nelle aree soggette a ripristino vegetazionale;
- nella verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla componente faunistica, quali per esempio i sottopassi faunistici previsti dal progetto.

La localizzazione dettagliata in Planimetria (Elaborato T00MO00MOAPL04) delle diverse stazioni di campionamento sarà definita in dettaglio in fase di AO, in relazione alle caratteristiche naturalistiche sito-specifiche, in funzione delle aree di maggiore interferenza. Con particolare riferimento agli habitat di maggiore interesse conservazionistico ai sensi della Direttiva Habitat (per es. habitat ripariali e/o di rilevanza locale), saranno monitorate le formazioni vegetali presenti in prossimità del tracciato; la localizzazione precisa dei siti di campionamento della fauna terrà inoltre in considerazione le emergenze sito specifiche e le relative vulnerabilità.

### 6.2. RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI

---

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle attività di monitoraggio.

### 6.2.1. Comunità vegetali

I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno di inquadrare dal punto di vista fitosociologico le formazioni vegetali indagate, con riferimento anche alle relative caratteristiche di naturalità. Il confronto dei risultati tra la fase di AO e le successive di CO e PO forniranno indicazioni circa la possibile interferenza delle attività di cantiere con le caratteristiche di naturalità e la composizione delle fitocenosi indagate.

### 6.2.2. Flora

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità, basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) e quelli eurimediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Tale rapporto è stato messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989. In fase di *ante operam* la presenza delle specie sinantropiche permetterà di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituirà un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Per quanto concerne la sinantropia, si sottolinea che tale attributo non è standardizzato in maniera esaustiva in alcun testo; pertanto si includeranno nella categoria "sinantropiche" quelle specie che:

1. appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);
2. sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvenivano comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti. Tutte le specie con tali caratteristiche saranno contrassegnate, nelle schede di indagine, con "**Sin**". Nelle schede di rilevamento le specie vegetali rare o molto rare saranno contrassegnate dalle sigle **R** ed **RR** rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con **r** ed **rr**. Sarà annotata l'eventuale presenza di specie protette a livello comunitario (Direttiva 92/43/CEE), nazionale (DPR 357/1997, DPR 120/2003) e regionale, eventualmente inserite all'interno delle Liste Rosse; saranno inoltre prese in considerazione le specie minacciate secondo i criteri IUCN applicati per l'Italia (Scoppola & Spampinato 2005; Rossi *et al.*, 2013). Per tutte le specie considerate, la nomenclatura farà riferimento a checklist ufficiali (Conti F. *et al.* (eds.), 2005, An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi editori) e relativi aggiornamenti (ad es.: Rossi *et al.*, 2008).

Per quanto riguarda la determinazione di eventuali campioni dubbi o critici rilevati nel corso delle indagini, il testo di riferimento è Flora d'Italia (S. Pignatti, 1982; S. Pignatti, 2018).

### 6.2.3. Fauna

#### 6.2.3.1 Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi

Le comunità ornitiche si prestano bene a rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo; infatti questo gruppo faunistico risponde velocemente agli eventuali cambiamenti degli habitat, grazie alla sua elevata mobilità e sensibilità.

Le diverse metodologie scelte per monitorare gli Uccelli risultano idonee per la presenza, nell'area in esame, di ambienti uniformi ed omogenei e di ambienti a prevalente sviluppo lineare, come i corsi d'acqua.

Lo studio sull'avifauna nidificante e legata agli ambienti umidi sarà condotto attraverso il Transect Method; tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976).

I parametri e gli indici che saranno considerati ed elaborati sono i seguenti:

**S = ricchezza di specie**, numero totale di specie nel biotopo; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale dello stesso (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961)

**H = indice di diversità** calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) in cui:

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

dove  $p_i$  è la frequenza (Fr) dell'iesima specie ed  $\ln$  il logaritmo naturale; questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi; in pratica ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi, con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;

**J = indice di equiripartizione** di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui  $J = H/H_{max}$ , dove  $H_{max} = \ln S$ ; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); tale indice varia tra 0 e 1;

**% non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi**; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochot, 1970);

**d = dominanza**; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi;

**Abbondanza**: numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto.

### 6.2.4. Fauna mobile terrestre

Nell'indagine relativa alla Fauna mobile terrestre, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione di manuali, atlanti, guide scientifiche e pubblicazioni scientifiche, quali:

- S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermod e J.M. Weber, 1982. Atlas des poils the mammiferes d'Europe. Neuchatei Institute de Zoologie;
- M.G Day, 1966. Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. Journal of zoology, London, 148: 201-217;
- A. Lang, 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli ed.;
- R.W Brown, M.J Lawrence, J. Pope, 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.;
- G. Corbet, D. Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore.;
- D. Stokes, 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides;
- E. N. Arnold, A. Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore;
- Allegati II e IV Direttiva 92/43/CEE;
- Allegato I Direttiva 2009/147/CE;
- Liste Rosse regionali e nazionali, ecc.

#### **6.2.5. Comunità di macroinvertebrati**

L'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici è stata contemplata e pianificata nella componente relativa alle acque superficiali, per i principali corsi d'acqua interessati dall'opera, alla quale si rimanda per dettagli.

### **6.3. DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA**

---

La documentazione utilizzata ai fini della redazione del presente PMA, per le componenti in esame, è costituita da:

Progetto Definitivo *"Strada S.S. N. 219 "Gubbio-Pian d'Assino" Adeguamento tratto Gubbio-Umbertide 2° Lotto: Mocaiana-Umbertide - 1° stralcio: Mocaiana-Pietralunga*

- Elaborati di Progetto Definitivo:
  - planimetrie del tracciato e delle opere di cantierizzazione;
  - riprese aeree: mosaico fotografico;
  - tipologici interventi di mitigazione ambientale.
- Elaborati del S.I.A.

Progetto Esecutivo *"Strada S.S. N. 219 "Gubbio-Pian d'Assino" Adeguamento tratto Gubbio-Umbertide 2° Lotto: Mocaiana-Umbertide - 1° stralcio: Mocaiana-Pietralunga*

- Studio Preliminare Ambientale
- Allegati progettuali allo Studio Preliminare Ambientale
  - Interventi di mitigazione paesaggistico-ambientale

### **6.4. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INDAGINE**

---

#### **6.4.1. Vegetazione e paesaggi vegetali**

Lo Studio di Impatto Ambientale contiene la descrizione dettagliata delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio. L'analisi dello stato attuale della componente è stata sviluppata in due fasi principali:

- inquadramento dell'area vasta, finalizzata a individuare i lineamenti vegetazionali e faunistici nell'ambito di area vasta, definita come quella porzione di territorio sufficientemente ampia per rappresentare le condizioni ecologiche generali e la struttura dei vari ambienti. Le caratteristiche e la struttura del sito direttamente interessate dalle opere di progetto, infatti, derivano e risentono della presenza e del grado di evoluzione ecologica delle aree circostanti.
- caratterizzazione del corridoio di indagine, effettuata mediante un'analisi dettagliata del territorio direttamente influenzato dalla realizzazione ed esercizio dell'opera, e comprendente l'analisi fitoclimatica, vegetazionale e faunistica.

In base alla letteratura disponibile e agli esiti dei sopralluoghi condotti nell'area, lo studio vegetazionale ha permesso di individuare la composizione floristica e la struttura delle principali formazioni vegetazionali presenti (vegetazione reale), con lo scopo di caratterizzare gli elementi vegetazionali di maggiore valore, meritevoli di interventi di conservazione o di riqualificazione. Nello studio della vegetazione è stata inoltre definita la dinamica ecologica in atto; ciò è parso fondamentale anche per prevedere l'evoluzione futura delle cenosi stesse e valutare gli impatti generati dal progetto su tali comunità.

Le analisi vegetazionali, così condotte, hanno consentito di individuare i potenziali impatti prodotti dall'opera e di guidare il processo di definizione degli interventi di mitigazione e compensazione ambientale, indicando le specie e le tipologie vegetazionali più idonee, sia dal punto di vista ecologico, che tecnico-strutturale.

L'area di indagine è dominata nel settore collinare e pedemontano (dietro Gubbio) da cenosi arboree. Le colture agrarie sono costituite da seminativi semplici a cereali, girasole, mais, patate, da seminativi arborati (colture promiscue), da erbai e colture orticole. I seminativi abbandonati da diversi anni sono colonizzati da vegetazione erbacea pioniera, mentre, nelle vicinanze del tessuto urbano, si rinvengono anche ristrette aree caratterizzate da vigneti e oliveti.

All'interno dell'area in esame le cenosi erbacee sono caratterizzate da prati falciabili a dominanza di avena maggiore (*Arrhenatherum elathius*) o di covetta dei prati (*Cynosurus cristatus*), da pascoli a nardo (*Nardus stricta*), da pascoli a prevalenza di bromo (*Bromus erectus*), sesleria dei macereti (*Sesleria nitida*), brachipodio (*Brachypodium rupestre*) e brachipodio appenninico (*Brachypodium genuense*), oltre a praterie terofitiche, dominate da barboncino mediterraneo (*Cymbopogon hirtus*) o trifoglio scabro (*Trifolium scabrum*).

Nelle zone collinari e submontane si rinvengono comunità forestali a prevalenza di caducifoglie appartenenti all'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

Le superfici boscate individuabili sul territorio di intervento sono ascrivibili all'associazione vegetale *Aceri obtusati – Quercetum cerridis* (Boschi subacidofili di cerro, semimesofili con carpino nero) e all'alleanza *Salicion albae – Alno ulmion minoris* (Foreste ripariali di Salice bianco e Ontano nero), la cui vegetazione è rinvenibile lungo il torrente Assino. Lungo i corsi d'acqua minori sono invece presenti formazioni a prevalenza di *Populus tremula*.

Le cerrete presenti su suoli sub-acidofili sono a prevalenza di cerro (*Quercus cerris*), che si associa principalmente alla roverella (*Quercus pubescens*) nelle varianti xerofile delle esposizioni sud e sud-ovest, e al carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) nelle forme semimesofile caratteristiche dei versanti in esposizione nord, est e nord-ovest. In entrambe le forme, xerofile e semimesofile, l'orniello (*Fraxinus ornus*) è specie costantemente presente

generalmente subordinata al cerro e frequentemente presente al pari di carpino nero e/o roverella. Specie arboree accompagnatrici, accessorie o sporadiche, e variamente presenti in ragione delle condizioni stagionali sono: acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), sorbo domestico (*Sorbus domestica*), acero campestre (*Acer campestre*), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), ciavardello (*Sorbus torminalis*) e ciliegio (*Prunus avium*).

In uno studio specifico svolto sul comprensorio di Gubbio nel 1988 sono state descritte le serie vegetazionali (secondo Rivas-Martinez, 1984) alle quali si potevano ricondurre le associazioni vegetali presenti sul territorio, in riferimento a due piani altitudinali, il Piano Collinare e il Piano Montano. Delle serie collinari di vegetazione potenziale, le associazioni boschive interferite o marginali all'infrastruttura in progetto sono ascrivibili a quella appenninica centro-settentrionale, sub-acidofila, del cerro (*Quercus cerris*) (*Aceri obtusati-Quercetum cerris sigmetum*), su substrati marnoso arenacei; la serie comprende il bosco di *Quercus cerris* (*Aceri obtusati-Quercetum cerris*), i mantelli a *Pyracantha coccinea* (*Juniperus communis-Pyracanthetum coccineae*), il pascolo mesofilo a *Bromus erecti* (*Centaureo bracteatae-Brometum erecti*), il pascolo pioniero ad *Astragalus monspessulanus*.

Per quanto riguarda le fitocenosi di ambiente ripariale, sono costituite potenzialmente da un complesso di tipi vegetazionali azonale costituito dalle foreste igrofile di caducifoglie ripariali a prevalenza di salici o di ontano nero, a seconda delle piene e della profondità della falda. Infatti, procedendo dalle sponde dei corsi d'acqua verso il margine esterno delle pianure alluvionali si osserva la seguente successione di tipi forestali: ambito delle boscaglie e dei cespuglieti ripariali dell'alleanza *Salicion eleagni*, saliceti arborei a prevalenza di salice bianco dell'alleanza *Salicion albae*. Sui terrazzi fluviali più elevati è invece presente la vegetazione dell'ordine *Populetalia albae*.

La vegetazione rinvenibile lungo l'itinerario di progetto negli ambiti ripariali del torrente Assino può essere ascrivibile alle formazioni dell'*Alno Ulmion – Salicetum albae*.

Lungo i fossi minori sono presenti cespuglieti di salici e boscaglie a prevalenza di *Populus tremula*. Queste ultime costituiscono formazioni residue ascrivibili all'interno delle formazioni pioniere di ricostituzione dei boschi maturi dello *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae sigmetum*, ormai scomparsi in ambito vallivo e sostituiti da aree di coltivazione ed insediamenti.

#### **6.4.2. Principali caratteri della fauna**

Per quanto riguarda la fauna, nello Studio di Impatto Ambientale sono state individuate le tre Unità Ambientali di seguito riportate:

1) Aree umide: possono essere costituite da corsi d'acqua, permanenti o temporanei, da fossi, impluvi e da zone in cui la particolare esposizione favorisce un grado di umidità maggiore rispetto alle zone circostanti. Sono tipicamente frequentate da Anfibi ed alcune specie di Rettili (si pensi ad esempio alle testuggini), il cui ciclo vitale è indissolubilmente legato alla presenza di acqua. Sebbene alcune specie presentino una predilezione per acque abbondanti e permanenti, per nessuna è strettamente necessario che l'acqua sia stabilmente presente nel tempo o che ricopra aree molto estese.

Ovviamente si possono trovare in queste zone anche una grande varietà di specie appartenenti alle classi di Uccelli e Mammiferi.

2) Aree boscate e cespuglieti: sono zone caratterizzate da specie arboreo-arbustive della fascia fitoclimatica sopraccitata (paragrafo precedente). In quest'area sono presenti tutte le specie rappresentanti le quattro classi di Vertebrati considerate.

3) Aree ecotonali: aree di transizione che collegano ambienti differenti, per esempio bosco vs. radura; queste zone sono caratterizzate dalle specie cosiddette generaliste, la cui tipica adattabilità permette loro di trarre beneficio dal mosaico ecologico che le circonda. Anche in questo caso sono rappresentate tutte le quattro classi di Vertebrati considerate. Essendo impossibile enumerare tutte le specie presenti nell'area di intervento, di seguito viene proposto un rapido *excursus* di quelle più comuni e/o di maggiore interesse ecologico-naturalistico. La contemporanea presenza di aree agricole antropizzate, lembi di vegetazione naturale arborea ed arbustiva e di zone umide permette la presenza continua, parziale od occasionale di numerose specie con differenti esigenze ecologiche. Tra di esse si annoverano specie che, per le loro caratteristiche ecologiche, traggono vantaggio dalla presenza di attività antropiche; sono le cosiddette specie antropofile o sinantropiche, tolleranti la presenza umana. Tra queste, ad esempio, si annoverano il Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhli*) ed il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), quest'ultimo tipico di ambienti sabbiosi ed asciutti, ma spesso rinvenuto all'interno dei paesi, alla base dei lampioni, dove si spinge a caccia di insetti. Tra i rettili una specie antropofila è il Geco (*Tarentola mauritanica*), che vive tra i muri dei vecchi casali e delle costruzioni rurali e si può trovare vicino alle luci artificiali mentre caccia gli insetti che vi sono attratti. Inoltre, in prossimità delle abitazioni umane, si possono rinvenire sia la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) che la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*).

Per alcune specie si può parlare di un vero e proprio rapporto simbiotico di "commensalismo", ad esempio per la Passera d'Italia (*Passer italiae*); per altre di "inquilinismo" come per il Barbagianni (*Tyto alba*), il Balestruccio (*Delichon urbica*) e come diverse specie di Chiroteri.

La presenza di acqua, assicurata da corsi d'acqua temporanei e perenni, garantisce agli Anfibi il loro habitat obbligato per la riproduzione e lo sviluppo. Di notevole interesse scientifico la presenza del Geotritone italiano (*Speleomantes italicus*) e della Salamandrina dagli occhiali, il primo legato agli ambienti ipogei dell'Appennino calcareo, la seconda legata ai corsi d'acqua di buona qualità ambientale. Entrambe le specie citate, insieme alla Salamandra pezzata appenninica (*Salamandra salamandra gigliolii*), sono taxa endemici dell'Appennino, secondo quanto riportato nella Lista Rossa degli animali minacciati dell'IUCN e sono annoverate come specie "Lower risk" (a basso rischio).

Tra gli Anfibi, oltre alle specie più generaliste come il Rospo comune (*Bufo bufo*), è possibile la presenza di specie più specialiste ed ecologicamente esigenti come il Tritone crestato (*Triturus carnifex*), il Tritone punteggiato (*T. vulgaris meridionalis*) e l'Ululone dal ventre giallo (*Bombina pachypus*), anche quest'ultimo segnalato come endemico dell'Appennino.

Per quanto riguarda gli uccelli, tra le specie legate ad ambienti umidi vi sono l'Airone cinereo (*Ardea cinerea*), il Corriere piccolo (*Charadrius dubius*), il Piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*), la Ballerina gialla (*Motacilla cinerea*) e la Cannaiola verdognola (*Acrocephalus palustris*).

Il tracciato stradale in progetto potrebbe avere effetti di incremento della mortalità per schiacciamento. Tali effetti si ritengono comunque di modesta entità, in quanto le caratteristiche del tracciato sono, per la maggior parte dello sviluppo, tali da non costituire barriera agli spostamenti e causa di frammentazione degli habitat (galleria e viadotti).

Le mitigazioni possibili comportano, nei tratti critici, misure per scoraggiare l'attraversamento sulla carreggiata e facilitare l'attraversamento protetto in sottopasso.

## 6.5. ATTIVITÀ PREVISTE

### 6.5.1. Finalità del monitoraggio e parametri oggetto del rilevamento

Le indagini predisposte nel presente documento sono impostate con l'obiettivo principale di verificare la variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dalla realizzazione dell'opera, con specifico riferimento ai recettori maggiormente sensibili individuati in sede di VIA. ("Linee guida per il PMA" predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio) e per le aree individuate dal presente piano.

Le indagini previste in fase *ante operam* hanno lo scopo di descrivere lo stato attuale dell'ambiente nelle aree d'indagine, prima dell'inizio dei lavori. Più in particolare le indagini saranno finalizzate a descrivere le caratteristiche di naturalità e di ricchezza in specie delle aree oggetto di studio; saranno altresì raccolte informazioni inerenti lo stato di salute degli ecosistemi.

Le indagini condotte in fase di realizzazione (corso d'opera) avranno lo scopo di accertare le eventuali condizioni di stress indotte dalle lavorazioni sulle diverse specie di fauna e flora, oltre a monitorare potenziali fenomeni di banalizzazione floristica e faunistica, con riferimento alle specie più sensibili e meno antropofile. Sarà inoltre verificata la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione previste, e saranno monitorate le condizioni fitosanitarie degli elementi sensibili, e predisposti, ove necessario, adeguati interventi correttivi.

Nella fase di *post operam* le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare la corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nello Studio di Impatto Ambientale e nello Studio Preliminare Ambientale, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui e verificare lo stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale e l'efficacia dei sottopassi faunistici previsti dal progetto.

Le informazioni raccolte nella fase di *ante operam*, confrontate con gli esiti delle indagini condotte anche su altre componenti ambientali, costituiranno lo stato di fatto dell'ambiente a cui fare riferimento anche per le successive fasi di monitoraggio. In questo senso la Banca Dati del Monitoraggio permetterà di ottenere un flusso di informazioni costante tra i differenti ambiti.

### 6.5.2. Articolazione temporale degli accertamenti

Il progetto di monitoraggio ambientale necessita di una precisa programmazione delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni e tiene in conto, per lo svolgimento dei rilevamenti, degli aspetti fenologici legati alle diverse specie e fitocenosi indagate; sarà quindi articolato in tre fasi distinte:

1. Monitoraggio *ante operam*, che si conclude prima dell'insediamento dei cantieri;
2. Monitoraggio in corso d'opera, che comprende tutto il periodo di costruzione, dall'apertura dei cantieri fino allo smantellamento e al ripristino dei siti;
3. Monitoraggio *post-operam*, che comprende orientativamente il primo anno della fase di esercizio, salvo

specifici casi inerenti per esempio gli interventi di mitigazione, per i quali è previsto un monitoraggio per 3 anni consecutivi.

Il numero di campagne previste per le tre fasi di A.O., C.O. e P.O. varia in funzione delle diverse componenti, come di seguito riportato.

I rilievi della componente floristico-vegetazionale saranno svolti durante la stagione vegetativa, in particolare nel periodo di massimo sviluppo della vegetazione locale, al fine di poter meglio caratterizzare i popolamenti presenti; le indagini sugli individui vegetali di pregio potranno essere svolte anche in periodo estivo. I rilievi sulla fauna saranno svolti in periodi idonei, in considerazione della diversa fenologia dei gruppi indagati e delle specie chiave (fauna vertebrata terrestre, avifauna nidificante, migratoria e tipica degli ambienti umidi).

Le indagini in fase di *ante operam* hanno la finalità di stabilire i parametri di stato e i valori di riferimento/obiettivo per le fasi di monitoraggio successive.

Le indagini in fase di realizzazione e *post operam* dovranno seguire l'evoluzione della realizzazione dell'opera, in modo da concentrare le verifiche sugli elementi maggiormente sensibili, in concomitanza alle lavorazioni potenzialmente più impattanti.

Il monitoraggio prevede che le indagini sulle diverse componenti considerate, per le 3 fasi di monitoraggio, siano svolte nello stesso periodo nel corso dell'anno, al fine di rendere i dati raccolti pienamente confrontabili tra loro. Tale esigenza sarà armonizzata con quella tecnico esecutiva legata all'avanzamento dei lavori in corso d'opera.

## 6.6. SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE INDAGINI

### 6.6.1. Aspetti generali

I potenziali impatti individuati sulla base delle indagini e dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale e dello Studio Preliminare Ambientale, per le componenti in esame, sono sintetizzabili nelle seguenti categorie come segue:

#### Fase di costruzione

- circolazione e funzionamento dei mezzi di cantiere;
- movimentazione di volumi di terra;
- apertura delle piste di servizio.

Le componenti ambientali vulnerabili a questi impatti sono:

- ecosistema aree boscate;
- ecosistema agricolo;
- ecosistema ripariale.

I tipi di impatto rilevabili sono i seguenti:

- inquinamento da gas di scarico, polveri, rumore e vibrazioni, con possibili conseguenze su specie faunistiche, vegetazione e habitat;
- calpestio del territorio, spostamento di volumi di terra;

- intorbidimento delle acque.

Va evidenziato che il tracciato si sviluppa prevalentemente in galleria, aspetto che comporta un notevole abbattimento del rumore associato alle lavorazioni che si svolgono principalmente in ambiente sotterraneo. All'esterno degli imbocchi saranno posizionati esclusivamente i terminali degli impianti atti a garantire la funzionalità delle lavorazioni, la sicurezza e la salubrità dei lavoratori. Tutti gli impianti utilizzati rispetteranno la normativa di settore che definisce i limiti di rumore delle macchine. Tutte le attività più rumorose e generatrici di polveri (centrale di betonaggio, frantoio, vaglio stoccaggio ecc.) saranno localizzate esclusivamente nell'area di cantiere base.

### **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.

Le componenti ambientali che risultano vulnerabili sono:

- ecosistema aree boscate;
- ecosistema agricolo;
- ecosistema ripariale.

Gli impatti rilevabili comprendono:

- effetto barriera della strada sulle popolazioni di vertebrati;
- traffico veicolare, rumore e vibrazioni;
- inquinamento atmosferico e idrico.

Va evidenziato che l'infrastruttura in oggetto presenta una lunghezza complessiva (asse principale) di circa 3670 metri, dei quali circa 1280 risultano realizzati in galleria e circa 186 in viadotto. Ne consegue che l'infrastruttura risulta sufficientemente permeabile alla circuitazione delle specie faunistiche.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo agli aspetti floristico-vegetazionali e faunistici verificherà comunque l'insorgenza di tali tipologie di impatto e, laddove possibile, prevederà interventi correttivi ad hoc in corso d'opera al fine di minimizzarne l'entità. Si specifica che, tra le opere di mitigazione, è previsto il posizionamento di rete di protezione faunistica lungo tutto l'itinerario di progetto, oltre alla predisposizione di 2 attraversamenti idraulici, anche ad uso della fauna selvatica, alle pk 2 +344 e 2+960.

Per il monitoraggio della vegetazione si effettueranno indagini finalizzate a caratterizzare e monitorare l'evoluzione dello stato fitosanitario, al fine di individuare eventuali alterazioni correlate alle attività di costruzione.

Le indagini saranno suddivise in due categorie principali:

- indagini puntuali
- indagini continue

Date le caratteristiche dell'area di intervento e la presenza dei sottocantieri relativi agli imbocchi in galleria, le indagini più significative saranno quelle di tipo puntuale, che verranno condotte *in loco* in aree specifiche poste lungo il corridoio di progetto ed in prossimità della viabilità e delle aree di cantiere. In tali aree verrà in particolare controllato periodicamente lo stato fitosanitario di esemplari arborei di particolare pregio.

Le indagini sulle fitocenosi prossime al tracciato saranno effettuate attraverso l'esecuzione di rilevamenti fitosociologici e floristici, finalizzati a caratterizzare e inquadrare le comunità vegetali presenti. Variazioni strutturali e compositive che dovessero emergere all'interno delle diverse comunità vegetali indagate, potranno fornire utili indicazioni circa il livello di degrado e antropizzazione del sistema.

Saranno inoltre condotte delle indagini finalizzate a conoscere le caratteristiche dell'avifauna e della fauna terrestre mobile e a verificare i potenziali impatti costituiti dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti stradali in rilevato e trincea, e dalla sottrazione di habitat faunistici.

Per la fase di costruzione le indagini saranno condotte in fasi successive e calibrate sulla base dello stato di avanzamento dei lavori.

#### 6.6.1.1 Metodiche d'indagine

Le seguenti tipologie di indagine sono state definite considerando le caratteristiche delle componenti floristico-vegetazionale e faunistica dell'area d'indagine, al fine di garantire un monitoraggio efficace e calato sul territorio.

A - Monitoraggio dello stato fitosanitario di singoli individui vegetali di pregio

A<sub>1</sub> – Monitoraggio del successo dei nuovi impianti

B<sub>1</sub> – Analisi floristica per fasce campione

B<sub>2</sub> - Censimento delle comunità vegetali mediante metodo Braun-Blanquet

C – Monitoraggio della fauna mobile terrestre

D – Monitoraggio dell'avifauna nidificante

E – Monitoraggio dell'avifauna migratrice non nidificante

F – Monitoraggio dell'avifauna legata agli ambienti umidi

G – Monitoraggio dei passaggi faunistici

#### 6.6.1.2 Indagine tipo A: Monitoraggio dei singoli individui vegetali di pregio

L'indagine consiste nel controllo dello stato di salute di esemplari arborei di pregio, al fine di individuare eventuali segni di sofferenza conseguenti alla realizzazione dell'infrastruttura. Gli individui di pregio saranno scelti, nella fase *ante operam*, preferibilmente all'interno di fasce parallele al tracciato dell'infrastruttura; saranno esemplari

monumentali, vetusti, di particolare interesse conservazionistico e quindi meritevoli di essere mantenuti e monitorati nel tempo.

Saranno rilevati tutti i parametri individuati per la caratterizzazione a livello di singola pianta e durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'opera si effettueranno controlli circa lo stato di salute dei soggetti individuati e la verifica dei parametri individuati. Qualora, in fase di *ante operam*, non venisse individuato alcun esemplare meritevole di monitoraggio ai sensi delle indicazioni sopra fornite, l'attività non sarà replicata nelle successive fasi di monitoraggio.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Gli individui di pregio saranno scelti, nella fase *ante operam*, preferibilmente all'interno di fasce parallele al tracciato dell'infrastruttura o alle opere connesse, ponendo attenzione a non selezionare individui che possano essere abbattuti durante la cantierizzazione. È sempre auspicabile selezionarne alcuni di riserva per gli eventuali imprevisti delle fasi successive (ad esempio abbattimento non previsto o morte dell'individuo per altre cause). Gli esemplari debbono essere riconoscibili e in buona salute.
2. Tutti gli esemplari saranno poi marcati con vernice, localizzati su una planimetria in scala 1:2.000 (al fine della individuazione attraverso coordinate geografiche) e fotografati; sulla cartografia saranno riportati anche i coni visuali delle foto. Saranno inoltre rilevate le misure morfometriche di ciascuno di essi, quali altezza e diametro a 1.20 m da terra. Per la misura dell'altezza degli alberi si può far ricorso al metodo comunemente definito "albero metro". L'analisi dello stato di salute e l'individuazione di eventuali segni di sofferenza si effettueranno a vista e con l'ausilio della lente d'ingrandimento. Nella Tabella 6-1 sono riassunti i parametri da monitorare, secondo quanto riportato all'interno delle Linee Guida per la progettazione ed esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale (Allegato NG Ambiente).
3. Durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'opera si effettueranno controlli inerenti lo stato di salute dei soggetti individuati e la verifica dei parametri individuati al secondo punto.
4. In fase *post operam* andranno verificati tutti i parametri già rilevati.

|  |
|--|
| <b>Coordinate geografiche<br/>Caratteristiche generali e parametri biometrici</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>o Specie</li> <li>o Altezza</li> <li>o Diametro del tronco</li> <li>o Caratteristiche della chioma (posizione, forma, ampiezza)</li> <li>o Posizione sociale</li> </ul>   |
| <b>Caratteristiche fitosanitarie<br/>dell'apparato epigeo</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>o Alterazione da patogeni</li> <li>o Rami secchi e/o rami epicormici</li> <li>o Defogliazione</li> <li>o Decolorazione</li> <li>o Diffusione ed entità dei disturbi (antropici, animali, da eventi meteorici, di origine idrologica, da incendio, da inquinamento)</li> </ul> |
| <b>Valutazione fitosanitarie su campioni<br/>di foglie in situ</b>   |
| <p>Presenza, localizzazione ed estensione di necrosi, avvizzimento, anomalie di accrescimento e deformazioni, presenza di patogeni</p>   |
| <b>Analisi di laboratorio dell'apparato radicale</b>   |
| <p>Agenti patogeni e caratteristiche degli apici micorizzati</p>   |
| <b>Documentazione fotografica, raccolta in schede ed informatizzazione dati</b>  |

**TABELLA 6-1. PARAMETRI DA MONITORARE A LIVELLO DI OGNI SINGOLA PIANTA (ALLEGATO "NG AMBIENTE")**

Gli esiti del monitoraggio, riportati in appositi elaborati, avranno anche la finalità di fornire utili informazioni per la predisposizione di eventuali azioni di tutela degli esemplari di pregio. Tutti i dati saranno riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine, in modo da essere facilmente raffrontabili.

#### 6.6.1.3 Indagine tipo A1: Verifica del successo nuovi impianti

L'indagine, prevista in fase di *post operam*, a seguito della messa a dimora delle opere a verde di progetto, prevede la verifica del successo delle piantumazioni e degli inerbimenti. Secondo l'Allegato NG "Ambiente" ANAS S.p.A., l'attività consiste nell'individuare i parametri dell'analisi a livello di singola pianta su superfici campione, scelte opportunamente in funzione delle differenti tipologie presenti, per monitorare le condizioni degli impianti a verde nelle aree soggette agli interventi di mitigazione, comprendere il grado di riuscita del singolo intervento ed eventualmente prevedere interventi di ripristino della copertura. Si prevede pertanto la valutazione dei seguenti parametri:

- percentuale di attecchimento delle piante;
- caratteristiche medie delle piante (altezza media e giudizio sul portamento complessivo);
- corretta esecuzione degli interventi manutentivi ed eventuali indicazioni sulle misure correttive da attuare, in particolare estirpazione/taglio di infestanti;
- presenza di danni causati da agenti abiotici/biotici (con indicazione delle specie maggiormente colpite e valutazione % del danno);
- valutazione sintetica dell'impianto (condizione delle piante e della componente arboreo-arbustiva per classi di giudizio).

#### 6.6.1.4 Indagine tipo B<sub>1</sub>: Analisi floristica per fasce campione

Il censimento e la rilevazione dei parametri avverranno percorrendo due itinerari paralleli al tracciato, in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale all'asse stradale, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originale, da quella della fascia distale, meno esposta e dove si ritiene persista la composizione floristica originale. Inoltre, per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura potrà produrre, saranno anche evidenziate le entità sinantropiche presenti nelle due fasce. Il rapporto, infatti, tra specie sinantropiche ed il totale delle specie censite, rappresenta un metodo efficace per valutare il livello di antropizzazione dell'area e per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse alla realizzazione dell'infrastruttura.

#### 6.6.1.5 Indagine tipo B<sub>2</sub>: Censimento delle comunità vegetali mediante metodo Braun-Blanquet

Le azioni antropiche possono determinare non soltanto l'alterazione della flora locale, ma possono anche causare variazioni della struttura delle formazioni vegetali. È utile, pertanto, effettuare un controllo sulle comunità vegetali, mediante rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet. Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativo) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza dominanza". È necessario sottolineare che tali rilievi hanno maggiore attendibilità solo all'interno di fitocenosi che conservano almeno parte della loro struttura originaria.

Il rilievo fitosociologico descrive quindi il popolamento elementare, attraverso l'elenco delle specie e le quantità relative in un'area campione (cioè in una parte del popolamento elementare). Rilievi che descrivono popolamenti simili definiscono tipi di vegetazione o comunità vegetali. L'unità elementare delle comunità vegetali o tipi di vegetazione è l'associazione vegetale, definita come "insieme di specie che definiscono una combinazione floristica caratteristica, indicatrici di un'ecologia definita e costante, cioè fattori ambientali costanti". Saranno pertanto rilevati:

- individuazione degli strati di vegetazione presenti (arboreo, arbustivo, erbaceo, acquatico) e stima della copertura percentuale di ciascuno strato;
- elenco delle entità presenti in ciascuno strato di vegetazione, con indicazione delle relative percentuali di copertura nell'ambito dello strato di appartenenza e dell'Indice di Braun-Blanquet (Indice di Abbondanza-Dominanza).

#### 6.6.1.6 Indagine tipo C: Censimento della fauna mobile terrestre

Per ottenere stime di abbondanza su erpetofauna e mesoteriofauna potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti stradali in rilevato e trincea, saranno definiti in fase di *ante operam*, in contesti naturalisticamente idonei, itinerari lineari per il rilevamento di tutti i tipi di osservazione.

I transetti saranno percorsi a piedi e dovranno essere annotati tutti i contatti (fatte, impronte, tracce, resti di pasto, osservazioni) che saranno georeferiti con GPS. Tutte le tracce saranno fotografate e identificate in situ, utilizzando apposite chiavi di determinazione (es. Marchesi *et al.*, 2008).

#### 6.6.1.7 Indagine tipo D: Analisi quali-quantitativa dell'avifauna nidificante

L'avifauna, a causa della elevatissima capacità di spostamento, risponde in tempi molto brevi alle variazioni ambientali e può pertanto essere utilizzata come un efficace indicatore ecologico, soprattutto se il livello di studio prende in considerazione l'intera comunità delle specie presenti nei differenti biotopi. Per quanto riguarda l'avifauna nidificante, considerato il contesto in esame e le Linee Guida per la predisposizione del PMA (Biodiversità), si prevede lo svolgimento di transetti, nel periodo fenologico riproduttivo (marzo-agosto).

#### 6.6.1.8 Indagine tipo E: Analisi quali-quantitativa dell'avifauna migratrice non nidificante

Tale attività prevede il conteggio, da punti di osservazione con visuale d'insieme opportunamente individuati, delle specie di rapaci con comportamento migratorio, nei mesi di aprile-maggio e settembre-ottobre, corrispondenti rispettivamente ai periodi di migrazione pre-riproduttiva e post-riproduttiva/post-giovanile.

#### 6.6.1.9 Indagine tipo F: Analisi quali-quantitativa dell'avifauna legata agli ambienti umidi

Tale attività prevede lo svolgimento di transetti in periodo di svernamento (dicembre/febbraio) e di passo migratorio (ottobre-novembre e febbraio-marzo); gli ambienti umidi infatti risultano frequentati nel corso di quasi tutto l'anno da molte specie di Uccelli, in quanto svolgono diverse funzionalità ecologiche. Svolgono infatti un ruolo fondamentale per lo svernamento di numerose specie acquatiche, oltre a rappresentare importanti siti di riposo e alimentazione durante la migrazione.

#### 6.6.1.10 Indagine tipo G: Monitoraggio dei passaggi faunistici

L'indagine prevede il monitoraggio dei manufatti artificiali trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento da parte delle specie animali, svolgendo funzione di passaggi faunistici. In particolare, sono previsti 2 punti di monitoraggio, in prossimità degli attraversamenti presso i quali il progetto prevede la realizzazione di 2 tombini idraulici predisposti anche per l'attraversamento della fauna, rispettivamente alle pk 2+344 e 2+960. Presso questi manufatti si prevede lo svolgimento di transetti lineari lungo i quali rilevare gli indici di presenza della fauna terrestre e anfibia, oltre all'installazione di una fototrappola presso l'imbocco o l'uscita del manufatto (da valutare in fase di localizzazione dei punti), che fornisca dati complementari sulla frequentazione dei sottopassi da parte delle diverse specie faunistiche.

## **6.7. SCELTA DELLE AREE DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO**

### **6.7.1. Aspetti generali**

La scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio delle componenti vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi è avvenuta sulla base delle conoscenze acquisite con lo Studio di Impatto Ambientale e il successivo Studio Preliminare Ambientale. Lo studio condotto in fase progettuale si è rivelato sufficiente per la caratterizzazione delle componenti utili alla redazione del Programma di Monitoraggio. La fascia di territorio investigata è comprensiva del territorio interessato dall'opera nel presente progetto. L'individuazione delle aree è avvenuta quindi sulla base delle citate carte e mediante fotointerpretazione.

Gli effetti negativi sulla salute e sulla biologia delle specie animali e vegetali derivanti dall'inquinamento o da altre modifiche dell'ambiente sono riassumibili come segue:

- danni alle foglie (es. anomalie sulla struttura stomatica) o ridotta produttività delle piante coltivate;
- incremento della mortalità o diminuzione della consistenza numerica delle popolazioni locali di specie animali;
- aumento della mortalità dei piccoli;
- irritazioni o danni alla pelle per effetto di inquinanti chimici;
- effetti cancerogeni, mutageni e teratogeni.

Per il monitoraggio chimico dell'ambiente è opportuno un controllo annuale dello stato di salute delle piante, tramite l'analisi macroscopica dell'apparato fogliare.

Riassumendo, saranno considerate le seguenti tipologie vegetazionali per la scelta dei punti di monitoraggio:

- vegetazione degli habitat forestali;
- vegetazione igrofila;
- corridoi ecologici (fasce alberate, siepi, fiumi, et.).

La valutazione della qualità e della vulnerabilità delle tipologie vegetazionali è legata anche al loro valore per la fauna e per la sussistenza delle reti trofiche ed energetiche degli ecosistemi. Le aree individuate per il monitoraggio della componente vegetazionale saranno quindi le medesime per la componente "Ecosistemi". La valutazione degli impatti dell'opera su queste due componenti verrà dedotto attraverso l'analisi dei risultati di indagini specifiche e la somma ed il confronto dei risultati delle altre indagini.

## **6.7.2. Localizzazione delle aree di indagine**

### **6.7.2.1 Metodologia utilizzata e frequenza**

Le aree all'interno delle quali verranno svolte le indagini per il monitoraggio degli aspetti floristico-vegetazionali, faunistici ed ecosistemici sono state individuate oltre che in base alle caratteristiche naturali, anche per la loro posizione rispetto al tracciato. Ovvero tra tutte le aree che presentano un rilevante carattere di qualità e vulnerabilità della copertura vegetazionale, sono state individuate e scelte per il monitoraggio quelle:

- intercettate dal tracciato di progetto
- interessate dalle aree di cantiere, aree di stoccaggio inerti e/o materiali, siti di deposito definitivo
- soggette a interventi di opere a verde e di permeabilità faunistica, intesi come opere di mitigazione ambientale.

Le aree di indagine sono state localizzate all'intorno delle aree di cantiere (base e stoccaggio) situate nei punti ove le lavorazioni risultano più impattanti (imbocchi gallerie), in quanto comprendono aree boscate e, in alcuni casi, aree a vegetazione ripariale. In questi ambiti, inoltre, sono rilevabili anche interventi di mitigazione *post operam*. Le aree di indagine individuate per la componente includono gli elementi floristici, faunistici e vegetazionali di maggiore interesse dal punto di vista del monitoraggio ambientale. Infatti, al loro interno insistono delle interferenze di entità maggiore tra le opere in progetto e le componenti naturalistiche ed inoltre, tra queste ultime, vi sono quelle di maggiore valenza naturalistica.

Riguardo alla distribuzione temporale delle indagini si sottolinea che la frequenza delle campagne di monitoraggio risulta variabile in funzione della componente o del gruppo faunistico indagati, ad eccezione delle opere di mitigazione a verde e dei passaggi faunistici, per i quali il presente monitoraggio prevede una ripetizione annuale per 3 anni di *post operam*. Secondo le Linee Guida Ministeriali (Biodiversità: Vegetazione, Flora, Fauna, 13/03/2015), la durata prevista per la fase *ante operam*, con particolare riferimento ad alcune componenti, è pari ad un anno solare; il presente PMA è stato uniformato a tali indicazioni, fermi restando eventuali vincoli legati all'epoca stagionale di consegna delle aree all'Appaltatore e al cronoprogramma esecutivo delle attività. Qualora, a seguito della consegna delle aree, l'esecuzione di alcune sessioni di monitoraggio non si potesse replicare in relazione all'attivazione puntuale di alcune lavorazioni preliminari in corrispondenza di cantieri potenzialmente interferenti con uno o più punti di monitoraggio, sarà valutata, di concerto con gli Enti competenti, la possibilità di individuare nuovi punti di monitoraggio sostitutivi in aree non soggette a disturbo, ritenute comunque rappresentative delle componenti di indagine. Sarà in questo modo possibile ottenere comunque un quadro esaustivo circa la situazione *ante operam* delle componenti naturalistiche indagate.

Si evidenzia inoltre come l'esecuzione di alcuni specifici monitoraggi (per esempio sull'avifauna migratoria) anche nelle fasi di corso d'opera e *post operam*, sia subordinata alla significatività degli esiti dei monitoraggi condotti in fase di *ante operam*; qualora non risultassero esiti significativi, di concerto con gli Enti competenti, sarà valutata la possibilità di rimodulare le frequenze di monitoraggio e/o di non replicare alcuni specifici monitoraggi.

Di seguito vengono riportate le frequenze di ciascuna metodica di monitoraggio.

L'indagine di **tipo A** prevede l'osservazione dello **stato fitosanitario** degli esemplari di pregio con cadenza annuale, da svolgere con una campagna di monitoraggio nella fase di A.O., una campagna per ciascun anno di C.O. e una campagna nella fase P.O., nell'arco dell'anno successivo all'entrata in esercizio della tratta stradale.

Il monitoraggio del **successo dei nuovi impianti (Indagine A<sub>1</sub>)** sarà svolto per la sola fase di P.O., per 3 anni consecutivi a seguito della realizzazione dell'opera; per quanto riguarda invece le indagini floristiche e i rilievi fitosociologici (Indagini B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>) è prevista 1 campagna annuale, quindi una per la fase di A.O., 1 campagna per ciascun anno di C.O. e 1 per l'anno di C.O.

Per l'indagine di **tipo C- Fauna mobile terrestre**, si prevede l'individuazione di transect lines lungo i quali rilevare gli indici di presenza della fauna; tali rilevamenti saranno effettuati con 1 campagna in fase A.O. e 1 campagna in P.O., nell'arco dell'anno successivo all'entrata in esercizio della tratta stradale.

L'indagine di **tipo D -Avifauna nidificante** prevede lo svolgimento di punti di ascolto in periodo riproduttivo, mediante l'individuazione di transect lines percorsi a piedi per l'intero tratto opportunamente individuato; in particolare, considerato il contesto in esame e i contenuti delle Linee Guida Ministeriali per la predisposizione del PMA (Biodiversità), si prevede, nel periodo fenologico riproduttivo (marzo-agosto), lo svolgimento di 3 campagne di monitoraggio (aprile, maggio/giugno, luglio) per l'anno di A.O. e la ripetizione delle 3 campagne di monitoraggio per tutti gli anni di C.O. e per 3 anni di P.O.

L'indagine di **tipo E - Avifauna migratrice non nidificante** prevede il conteggio da punti di osservazione strategici dei rapaci con comportamento migratorio nei periodi di aprile-maggio e settembre – ottobre; in particolare si prevede lo svolgimento di 2 campagne di 3 giorni, per entrambi i periodi fenologici considerati (migrazione pre-

riproduttiva e post-riproduttiva/post-giovanile), da effettuare per l'anno di A.O., per tutti gli anni di C.O. e per 3 anni di P.O.

L'indagine di tipo **F -Analisi quali-quantitativa dell'avifauna legata agli ambienti umidi** prevede lo svolgimento di transetti, con 10 campagne di monitoraggio annuali, opportunamente distribuite nei periodi di maggiore interesse per questo ecosistema (svernamento e migrazione) in fase di A.O., 10 campagne per ciascun anno di C.O. e la ripetizione di 10 campagne per i 3 anni di P.O.

Infine, in linea con quanto definito dalle Linee Guida Ministeriali (13/03/2015), il **monitoraggio dell'efficacia dei passaggi faunistici** (indagine di tipo **G**) sarà effettuata in fase di P.O., per 3 anni consecutivi dall'entrata in esercizio della tratta stradale, con frequenza annuale.

Qualora, sulla base di considerazioni oggettive, si riscontrasse nella fase di indagine *ante operam* la scarsa rappresentatività di alcune delle aree preliminarmente individuate, potranno essere apportati, in accordo con gli enti competenti, opportuni correttivi alle successive fasi di indagine.

#### 6.7.2.2 Individuazione dei punti di monitoraggio

Nelle seguenti tabelle sono riportati i punti di monitoraggio con relative codifiche, metodiche e posizione rispetto al tracciato di progetto, rispettivamente per le componenti floristico-vegetazionale e faunistica:

| Sezione monitoraggio | Tipologia di indagine                              | Posizione                                    |
|----------------------|--|--|
| PMA_VEGE_01          | A-A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>                   | Cantiere stoccaggio inerti                   |
| PMA_VEGE_02          | A-A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>                   | Semisvincolo Pietralunga direzione Umbertide |
| PMA_VEGE_03          | A-A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>                   | Imbocco ovest galleria Pietralunga 1         |
| PMA_VEGE_04          | A- A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub> - B <sub>2</sub> | Viadotto fosso Brillì                        |
| PMA_VEGE_05          | A-A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>                   | Imbocco est galleria Pietralunga 2           |
| PMA_VEGE_06          | A-A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub>                   | Imbocco est galleria Molinello               |
| PMA_VEGE_07          | A- A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub> - B <sub>2</sub> | Viadotto Assino 2                            |
| PMA_VEGE_08          | A- A <sub>1</sub> -B <sub>1</sub> - B <sub>2</sub> | Sito di deposito definitivo – Cava Loreto    |

**TABELLA 6-2 PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI FLORA E VEGETAZIONE**

| Sezione monitoraggio | Tipologia di indagine | Posizione                                    |
|----------------------|-----------------------|--|
| PMA_FAUN_01          | C-D-E-F               | Cantiere stoccaggio inerti                   |
| PMA_FAUN_02          | C-D-E-F               | Semisvincolo Pietralunga direzione Umbertide |
| PMA_FAUN_03          | C-D-E-F               | Imbocco ovest galleria Pietralunga 1         |
| PMA_FAUN_04          | C-D-E-F               | Viadotto fosso Brilli                        |
| PMA_FAUN_05          | C-D-E-F               | Imbocco est galleria Pietralunga 2           |
| PMA_FAUN_06          | C                     | Imbocco est galleria Molinello               |
| PMA_FAUN_07          | C                     | Viadotto Assino 2                            |
| PMA_FAUN_08          | D-E-F                 | Sito di deposito definitivo – Cava Loreto    |
| PMA_FAUN_09          | G                     | Tombino T1 (2 +344)                          |
| PMA_FAUN_10          | G                     | Tombino T2 (2+960)                           |

TABELLA 6-3 PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE FAUNA

### 6.7.3. Criteri per la definizione dei livelli di criticità ambientale

Per ciascuna delle aree selezionate in fase di indagine *ante operam* saranno definiti degli opportuni livelli di criticità ambientale potenziale, in rapporto alla realizzazione del progetto.

In tre livelli risulteranno attribuibili sulla base di analisi comparative, secondo la seguente scala di valori:

- Criticità elevata (A)
- Criticità intermedia (M)
- Criticità bassa (B).

I livelli saranno attribuibili in base alla presenza o meno di specie di rilevante interesse conservazionistico, ad ambienti di particolare pregio e comunità faunistiche rilevanti; tali valori saranno anche rapportati al consumo diretto della vegetazione spontanea.

I livelli così definiti consentiranno di introdurre opportuni aggiustamenti di indagine per le successive fasi di monitoraggio (corso d'opera e *post operam*), in modo da concentrare l'attenzione negli ambiti maggiormente sensibili e trascurare, al contrario, le verifiche di scarsa rappresentatività.

### 6.7.4. Caratteristiche degli elaborati di output

Di seguito si descrivono, per tipologia di indagine, le caratteristiche degli elaborati cartacei che dovranno essere prodotti nelle tre fasi. Resta inteso che tutti gli elaborati saranno forniti anche in formato digitale (doc per i documenti e shape / dwg file per gli elaborati grafici) ed acquisiti nella Banca dati del monitoraggio.

Gli elaborati grafici saranno georiferiti nel sistema UTM33-ED50, o secondo altra specifica eventualmente richiesta dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale.

#### 6.7.4.1 Relazione generale dell'attività di monitoraggio

In tale relazione saranno riportate, in forma discorsiva e suddivise per area di indagine, tutte le informazioni descrittive relative alle attività di monitoraggio e tutti i dati e le informazioni non contenuti nelle schede di rilevamento.

Tra questi possiamo citare, a titolo esemplificativo:

- La descrizione generale dell'ambito territoriale di riferimento;
- I livelli di criticità ambientale riscontrati per le aree di indagine;
- Eventuali modifiche o aggiornamenti da effettuare sul piano delle attività, concordate con gli Enti competenti, e copia della relativa documentazione amministrativa;
- Eventuali elementi di criticità pratica all'effettuazione delle indagini;
- Principali elementi di raffronto tra le indagini condotte e quelle relative alla precedente fase di monitoraggio.

Resta inteso che sarà redatto un elaborato per ognuna delle tre fasi di indagine. Per la fase di costruzione, pertanto, essendo questa estesa in un arco temporale variabile in funzione dell'avanzamento dei lavori, esso potrà essere redatto solo al termine di tutte le indagini e preliminarmente alla fase *post operam*.

Per ognuna delle indagini di tipo A, A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, D, E, F, G è richiesta al minimo la redazione dei seguenti elaborati:

- Schede di rilevamento corredate da documentazione fotografica;
- Stralcio foto aerea in scala 1:10.000 con ubicazione delle aree di indagine;
- Stralcio planimetrico in scala 1:5.000/ 1:2.000 con il dettaglio dei punti o degli itinerari d'indagine.

## 6.8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli, Petreffo F. e 5. Sarrocco (Eds), 1998. Libro Rosso degli Animali d'Italia. Vertebrati. WWF Italia, Roma.
- [2] Conti F., Manzi A. e Pedrotti F. Liste rosse regionali delle piante d'Italia. Associazione italiana per il WWF e Società botanica italiana, Camerino (1997).
- [3] Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C. (eds.), 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi editori.
- [4] IUCN, 2003. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland. Switzerland and Cambridge UK.
- [5] IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 28 September 2012.
- [6] Jarvinen o. & Vaisanen RA. 1976. Finnish Line Transect Censuses. *Ornis Fennica*, 53:115-118.

- [7] Llyod M., Ghelardi R.J., 1964. A table for calculating the equitability component of specie diversity, *Animal Ecology*, 33: 217-225.
- [8] Mac Arthur R.H., Mac Arthur J.W. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- [9] Merikallio E., 1946. Uber regionale Verbeitung und Anzahl der Landvogel in Sud und mittei Finnland, besonders in deren ostuchen Teilen, im Lickte von quantitativen Untersuchungen. *Ann.Zool.Soc.9'Vanano1'*, 12:1 - 143, 12:1 - 120.
- [10] Oelke H. 1980. The bird structure of the central european spruce forest biome - as regarded for breeding bird censuses. *Proc. VI mt. Conf Bird Census Work Gottingen*: 201-209.
- [11] Pignatti S., 1959 - *Fitogeografia*. In: Cappelletti, *Trattato di Botanica*. Utet.
- [12] Pignatti S., *Flora d'Italia*, 1982. Edagricole, Bologna, 1: 790 pp., 2: 732 pp., 3: 780.
- [13] Pignatti S., Menegoni P., Giacanelli V (a cura di), 2001. *Liste rosse e blu della flora italiana - ricerca svolta da Forum Plinianum*. Roma, ANPA Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente, 326 pp.
- [14] Pirola A., 1970 - *Elementi di fitosociologia*. Clueb Ed.
- [15] Rossi G., Montagnani C., Gargano D., Peruzzi L., Abeli T., Ravera S., Cogoni A., Fenu G., Magrini S., Gennai M., Foggi B., Wagensommer R.P., Venturella G., Blasi C., Raimondo F.M., Orsenigo S. (Eds.), 2013. *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- [16] Shannon C.E. & Wiener W., 1963. *Mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- [17] Turcek F.J., 1956. Zur Frage der Dominanze in Vogelpopulationen, *Waldhygiene* 8: 249-257.
- [18] Westhoff V. E Van Der Maarel E., 1978. The Braun Blanquet approach. In *Whithaker: Handbook of vegetation science, Part V*. W.Junk publisher, The Hague.

## 7. PAESAGGIO

Il paesaggio costituisce una componente anomala che richiede di essere trattata con un approccio differente da quello tipico di componenti ambientali, per le quali le metodiche di indagine sono consolidate o anche normative. L'anomalia del paesaggio risiede, da un lato, nell'ambiguità ed ampiezza di significati che viene attribuita a tale concetto, il cui valore semantico si declina in forme diverse a seconda della disciplina che lo utilizza, dall'altro nella difficoltà di definire indicatori oggettivi e condivisi della qualità del paesaggio e della sua alterazione.

Le definizioni di paesaggio sono molteplici, come molteplici sono gli approcci: estetico, geografico, storico, agricolo, artistico, ecologico, ecc. In termini molto semplificati si può dire che nella cultura e nel sentire italiano, la nozione di paesaggio si è evoluta da un'accezione fondamentalmente estetica e visiva, ad una concezione articolata e ricca di sfaccettature. Si può dire che, oggi, la nozione di paesaggio coincida con quella di territorio, inteso nella sua forma.

### 7.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'evoluzione del concetto di paesaggio trova riscontro nell'evoluzione della normativa italiana di tutela del paesaggio. In termini molto sintetici, dagli albori il paesaggio si può vedere come nella legge n. 1497 del 29 giugno 1939 "Protezione delle bellezze naturali".

I concetti della legge n. 1497 sono ripresi pochi anni dopo dalla Costituzione della Repubblica Italiana che all'art. 9 recita "La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione".

Il primo significativo cambiamento si ha con la legge 437/85 (Galasso). La legge introduce l'obbligo per le regioni di predisporre Piani urbanistici. In questo caso i Piani sono individuati come strumenti non solo di conservazione.

La codifica più recente, e più estensiva, dell'idea di paesaggio è contenuta nel Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".

Un altro riferimento importante, dal punto di vista metodologico, per la redazione del presente Piano di Monitoraggio sono le "Linee Guida per il Piano di Monitoraggio Ambientale" della Commissione Speciale VIA che introducono per la prima volta in forma istituzionale la necessità di predisporre un monitoraggio per questa componente così complessa.

Di seguito si riporta un'elencazione aggiornata della normativa di riferimento utilizzata per l'elaborazione della presente sezione del PMA. Tale elenco risulta strutturato secondo le principali tematiche afferenti al concetto di Paesaggio.

#### **Beni paesistici**

- Convenzione Europea del paesaggio adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000 e firmata a Firenze il 20 ottobre 2000;
- Legge 9 gennaio 2006, n. 14 – Ratifica ed esecuzione della Convenzione Europea sul Paesaggio;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e ss. mm. e ii.:

- ✓ DPCM 12 dicembre 2005 (attuativo dell'art. 146, co. III, D. Lgs. 42/2004);
- ✓ Decreto Legislativo 26 marzo 2008, n. 62 – Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione ai beni culturali;
- ✓ Decreto Legislativo 26 marzo 2008, n. 63 – Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione al paesaggio.

### Leggi urbanistiche regionali

- Legge Regionale 21 gennaio 2015 , n. 1 Testo unico Governo del territorio e materie correlate;

### Pianificazione territoriale

- Piano Paesaggistico Regionale;
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Perugia.

## **7.2. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO**

La componente paesaggio può essere soggetta ad interferenze sia in corso d'opera (CO), sia in post-operam (PO). Il monitoraggio del paesaggio, quindi, deve interessare tutta l'area che si prevede possa essere sensibile alla realizzazione del progetto. I controlli durante il CO permetteranno, altresì, di monitorare lo stato d'avanzamento dei lavori.

In riferimento ai caratteri visuali e percettivi il Piano di Monitoraggio dovrebbe appurare, la verifica della coerenza e dell'effettiva realizzazione dei manufatti di progetto e delle relative opere di mitigazione.

Il monitoraggio dei caratteri visuali e percettivi verrà effettuato in riferimento alle aree di sistemazione superficiale, in cui il progetto ha previsto di raggiungere obiettivi di mitigazione degli impatti.

In riferimento al monitoraggio degli aspetti ecologico ambientali si rimanda, invece, all'apposita sezione dedicata a vegetazione e flora.

Le indagini saranno eseguite utilizzando la seguente metodica:

- P1 rilievi fotografici;

Il rilievo fotografico (P1) consentirà un'indagine qualitativa che, associata al concetto di cono visivo, consentirà di valutare sia le modificazioni intervenute sul contesto, sia la possibilità che le stesse siano percepite. Tali strumenti saranno utilizzati in tutte le fasi di monitoraggio e consentiranno di seguire anche le attività di costruzione.

I punti di percezione del paesaggio sui quali concentrare le azioni di monitoraggio sono stati scelti in base ai tre seguenti sistemi di caratterizzazione del grado di sensibilità del paesaggio:

- **sistema morfologico tipologico, costituito da beni monumentali**, da edifici e complessi di valore storico testimoniale, al fine di definire l'integrità del paesaggio rispetto alle forme storiche. Per la valutazione di questi aspetti si è fatto riferimento al sistema di emergenze storico testimoniali (molino del Lago, molino di Sant'Angelo d'Assino, chiesa di Sant'Angelo d'Assino, castello di Carbonana) e ricomprese nell'ambito di studio;

- **condizioni di visibilità del luogo considerato**, o meglio di co-visibilità tra il luogo interessato dagli interventi progettuali e l'intorno. In questo senso occorre stimare i punti di maggior percezione dei siti interessati dagli interventi progettuali, da parte di aree di sosta maggiormente frequentate, al fine di verificare la presenza di visuali consolidate e significative;
- **valore simbolico di un luogo**, ovvero il ruolo che la società attribuisce a quel luogo, in relazione a valori simbolici che ad esso associa. Si considera pertanto il ruolo dei luoghi nella definizione e nella consapevolezza dell'identità locale, che possono essere connessi sia a riti religiosi, sia ad eventi o ad usi civili.

Al fine di individuare gli ambiti da monitorare per la componente paesaggistica è stata fatta un'analisi degli interventi progettuali che interferiscono con gli ambiti di superficie, per i quali è possibile individuare una sensibilità maggiore in riferimento ai tre sistemi sopra individuati.

I ricettori del paesaggio sono degli ambiti e non sono luoghi puntuali, in quanto la percezione complessiva di una zona viene percepita attraverso le condizioni di co-visibilità tra i differenti elementi appartenenti sia allo stato di fatto (monitoraggio ante-operam) che al progetto (monitoraggio post-operam).

I rilievi fotografici dovranno essere effettuati con apposita attrezzatura in modo da coprire 180° di visuale delle aree indicate nella tavola T00MO00MOAPL01 "*Planimetria dei punti di Monitoraggio Ambientale*", mentre i punti di vista preferenziali dovranno essere quelli riportati dalla tavola T00EG00AMBCT01 "*Carta dell'intervisibilità*" in relazione ai differenti tipo di percezione.

Le riprese fotografiche dovranno essere effettuate preferibilmente nella prima parte della mattinata (entro le 10) e nella seconda parte del pomeriggio (dopo le 17) per evitare condizioni di luce azimutale.

La tecnica migliore per fotografare tutto il semipiano interessato è quella di posizionare una macchina fotografica su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte.

Per evitare deformazioni geometriche si utilizzerà un obiettivo di focale non inferiore ai 35 mm (intesa per il formato fotografico classico 24x36). E' consigliabile utilizzare un valore di diaframma superiore ad 8 per garantire una elevata profondità di campo.

Per quanto possibile evitare scatti in controluce che, in questo caso, potrebbero diminuire la leggibilità.

Nel caso di fotografie con pellicola analogica si utilizzerà una emulsione con sensibilità non superiore ai 100 ASA (grana fine), nel caso si utilizzi una macchina fotografica digitale essa dovrà avere un sensore di qualità elevata e con risoluzione pari ad almeno 4 Megapixel.

Nel caso di ripresa analogica le fotografie (o diapositive) verranno dapprima stampate, poi digitalizzate e successivamente montate, nel caso si utilizzi strumentazione digitale, basterà montarle in sequenza, come richiesto.

Le immagini digitalizzate, una volta unite, formeranno un'unica immagine di tipo jpg (con minima compressione, massima qualità) che sarà conservato come il risultato finale; per l'inserimento nella scheda di misura sarà invece

conveniente ricampionare l'immagine in modo che il lato lungo abbia una dimensione pari a circa 4000 pixel, più che sufficiente per la stampa in formato A4.

Il cavalletto dovrà essere posizionato in modo che la fotocamera possa essere orientata con il lato lungo del fotogramma parallelo alla linea di orizzonte. Occorrerà avere cura che nelle immediate vicinanze non vi siano ostacoli di dimensioni rilevanti tali da "oscurare" il campo visivo da inquadrare.

### 7.3. LOCALIZZAZIONE E ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI PUNTI DI MISURA

La localizzazione di tutte le postazioni di monitoraggio è riportata nella tavola T00MO00MOAPL04 "Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale 4/4 Componenti Suolo, Flora, Fauna, Paesaggio".

Di seguito si riporta la tabella con i dati sintetici relativi alle sezioni di monitoraggio individuate per la componente Paesaggio.

| Sezione monitoraggio | Frequenza        | Posizione  |
|----------------------|------------------|--|
| PMA_PAES_01          | A.O.-CO.-P.O.    | Area cantiere base/ Semisvincolo Pietralunga direzione Gubbio        |
| PMA_PAES_02          | A.O.-CO.-P.O.    | Area operativa/ Semisvincolo Pietralunga direzione Umbertide         |
| PMA_PAES_03          | A.O.-P.O.        | Viadotto fosso Brilli  |
| PMA_PAES_04          | A.O.-P.O.        | Imbocco galleria Pietralunga 2 est- imbocco galleria Molinello ovest |
| PMA_PAES_05          | A.O.- C.O. -P.O. | Imbocco galleria Molinello est e cantiere stoccaggio inerti          |
| PMA_PAES_06          | A.O.-CO.-P.O.    | Piazzola di caratterizzazione/Viadotto Assino 2                      |
| PMA_PAES_07          | A.O.-CO.-P.O.    | Sito di destinazione dei materiali Cava Loreto                       |

TABELLA 7-1 PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE PAESAGGIO

L'insieme dei rilievi effettuati, dovranno essere sintetizzati in schede riepilogative che, in seguito ad elaborazione, permetteranno di avere la successione delle condizioni strutturali dei singoli individui. Le registrazioni dei dati comprenderanno, oltre alle schede di campo, la puntuale documentazione fotografica.

L'analisi effettuata in *ante-operam*, ripetuta in *post-operam* fornirà gli elementi necessari per valutare se eventuali interazioni legate ad operazioni di cantiere hanno determinato danneggiamenti o eventuali incrementi del rischio paesaggistico.

## 8. RUMORE

---

### 8.1. OBIETTIVI

---

Le misure del PMA di P.E. hanno lo scopo di permettere la verifica del rispetto normativo dei livelli di rumore in fase di esercizio e di costruzione e di dare attuazione esecutiva ragionata all'architettura di monitoraggio delineata in P.D., introducendo nuove metodiche e modalità operative che permettono in corso d'opera di attivare la flessibilità e la tempestività di risposta necessarie per poter affrontare e gestire situazioni di emergenza. Per la fase di cantiere si ritiene inoltre di introdurre **metodiche di monitoraggio assistite** strettamente correlate alla possibilità di attivare efficaci interazioni e feedback con i residenti.

Da notare che le esigenze di controllo ambientale, in relazione alla significatività degli impatti, sono evidenziate nel SIA per la fase di esercizio mentre nessuna specifica valutazione era stata presentata per la fase di costruzione.

### 8.2. IL QUADRO PRESCRITTIVO

---

Il Soggetto Proponente, anteriormente alla data di inizio dei lavori, dovrà sottoscrivere con ARPA Umbria uno specifico programma di Monitoraggio.

Per quanto attiene i monitoraggi del livello del rumore ambientale (nonché delle emissioni in atmosfera), gli stessi dovranno essere eseguiti sia con riferimento alle attività di cantiere che in fase di esercizio. Detto programma consentirà di valutare se le opere di mitigazione adottate risultano efficaci. Durante la fase di cantiere dovranno essere adottati tutti quegli accorgimenti necessari a ridurre al minimo i valori di pressione sonora in prossimità dei ricettori più prossimi al tacciato stradale, alle aree di cantiere ed alle strade di accesso alle stesse.

Per il ricettore R55 l'ARPA Umbria prescrive che "dovranno essere previste specifiche campagne di monitoraggio post operam al fine della verifica dei livelli sonori e, qualora necessario, si dovrà provvedere alla realizzazione di adeguati interventi di mitigazione". Si segnala che la simulazione ha ipotizzato un peggioramento rispetto alla situazione attuale nei ricettori R55, R75, R76.

In sintesi, ARPA segnala che in corso d'opera l'obiettivo delle misure è il controllo sui ricettori dell'efficacia degli interventi di mitigazione attuati dall'Impresa e indica inoltre i punti su cui focalizzare le misure di post operam in fase di esercizio.

Nell'ambito della Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA di competenza statale, ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs 152/2006 (Cod Pratica 2/95/2018), sono state formulate delle osservazioni ai sensi dell'Art. 19, Comma 4 del D.Lgs 152/2006 avente per oggetto aspetti ambientali relativi alla componente Rumore.

In particolare viene richiesto che il monitoraggio previsto nella fase PO venga ripetuto dopo due anni dall'entrata in esercizio dell'opera in progetto al fine di verificare il rispetto dei limiti vigenti anche a seguito dell'usura della pavimentazione stradale (a bassa emissività secondo le previsioni di progetto). Il PMA nel seguito descritto ha recepito questa richiesta.

### 8.3. METODICHE PMA "BASE"

Il PMA di P.E. adotta metodiche di misura settimanali per il traffico stradale, di 24÷48 ore e misure con tecnica di campionamento temporale assistite da operatore (Metodica MA). Quest'ultima metodica è importante per attivare non solo un riscontro uditivo efficace nel corso della misura, con annotazione degli eventi di rumore e la correlazione con le attività di cantiere, ma anche per interagire con i ricettori al fine di prendere consapevolezza del modo con cui il disturbo viene percepito (metodo comunicazionale) e per poter informare il responsabile ambientale del cantiere. Le metodiche di misura in corso d'opera LF, LC, LM riferite rispettivamente a cantieri di avanzamento (FAL), cantieri operativi o traffico mezzi di cantiere, consistono tutte in misure in continuo di durata 24-48 ore. Dove lo stesso punto di misura sarà esposto in corso d'opera a più sorgenti di rumore, ad esempio FAL e cantieri, si è ritenuto di sottolineare questo fatto mantenendo nelle tabelle 2-16 e 2-17 il riferimento ad entrambe le metodiche ma la misura, che assolve ad entrambe le finalità, sarà unica e non duplicata.

Le esigenze contrapposte, da un lato quella dell'Impresa di lavorare e portare positivamente a termine i lavori nei tempi contrattuali e, dall'altro, quella della popolazione esposta che rivendica il diritto a non essere disturbata oltremisura, non sono sempre conciliabili all'interno di una conduzione tradizionale delle attività di monitoraggio attenta solo a produrre numeri e scarna di comunicazione e di feedback. L'Impresa avrà il compito di informare preventivamente i residenti sulle attività previste mentre il T.C. incaricato del monitoraggio con metodica assistita MA potrà attuare delle interviste alla popolazione con lo scopo di raccogliere dati e notizie in merito ai fenomeni di inquinamento acustico correlati ai lavori, alle attrezzature soggettivamente identificate come più rumorose o disturbanti, alla conduzione del cantiere, alla efficace adozione dei protocolli di lavorazione, ecc.

| TIPO MISURA | DESCRIZIONE   | DURATA    | FASI      |                            |           |
|-------------|---|-----------|-----------|----------------------------|-----------|
|             |   |           | A.O.      | C.O.                       | P.O.      |
|             |   |           | FREQUENZA |                            |           |
| TV          | Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare   | 7 gg      | Una volta | -                          | Due volte |
| MA          | Rilevamento del rumore indotto da traffico o attività di cantiere con postazioni mobili e assistite   | 10-15'    | -         | Semestrale/<br>Trimestrale | -         |
| LF          | Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate nei cantieri secondari di avanzamento (FAL) e/o nei cantieri secondari per la realizzazione delle gallerie.      | 24-48 ore | Una volta | Semestrale/<br>Trimestrale | -         |
| LC          | Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere principali (Cantiere Operativo, Campo Base, cantiere di deposito temporaneo) |           |           |                            |           |
| LM          | Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere  |           |           |                            |           |

TABELLA 8-1 - CRITERI TEMPORALI DI CAMPIONAMENTO

## 8.4. PUNTI DI MONITORAGGIO

I sopralluoghi alle aree di studio svolti il 23-24 maggio 2017 hanno permesso di esaminare nel dettaglio le condizioni di inserimento ambientale dei ricettori, i vincoli di accesso alle proprietà e di installazione. L'elenco dei ricettori oggetto di monitoraggio del rumore è contenuto in **Tabella 8-2**.

| CODICE PUNTO MONITORAGGIO | LOCALIZZAZIONE/MOTIVAZIONE   |
|---------------------------|--|
| PMA_RUMO_01a              | R55a - Prog. 615.00 circa – Punto misura lato Nord ricettore<br>AO, PO   |
| PMA_RUMO_01b              | R55b - Prog. 615.00 circa - Punto misura lato Ovest o Nord ricettore<br>AO, CO Cantiere Stoccaggio Inerti + traffico cantiere  |
| PMA_RUMO_02a              | R57 - Cantiere Stoccaggio Inerti - Prog.1230.00 circa. Punto misura lato Sud Est ricettore<br>AO, CO, PO   |
| PMA_RUMO_02b              | R59a - Cantiere Stoccaggio Inerti - Prog.1230.00 circa. Punto misura lato Sud ricettore<br>AO, CO  |
| PMA_RUMO_08               | R60 - Cantiere operativo imbocco ovest galleria "Pietralunga 1" - Prog. 1520.00 circa. Punto misura lato Ovest ricettore<br>AO, CO solo misure assistite. Il rumore da traffico sulla SS216 attua una forte azione di mascheramento sul rumore di cantiere |
| PMA_RUMO_03               | R61 - Cantiere operativo imbocco ovest galleria "Pietralunga 1" - Prog. 1520.00 circa - Punto misura lato Sud ricettore<br>AO, CO misura assistita (N.B. Forti vincoli di accessibilità al Castello)   |
| PMA_RUMO_04               | R63 - Cantiere operativo ponte fosso "Brilli" - Prog. 1920.00 circa. Punto misura lato Nord ricettore<br>AO e CO   |
| PMA_RUMO_05               | R68 - Cantiere operativo imbocco est galleria "Pietralunga 2" - Prog. 2340.00 circa. Punto misura lato Nord ricettore<br>AO e CO   |
| PMA_RUMO_06               | R75 – Cantiere Stoccaggio Materiali - Progr. 3220.00 circa. Punto misura lato Nord ricettore<br>A.O, CO area caratterizzazione +FAL e PO collaudo barriera   |
| PMA_RUMO_07a              | R76a - Prog. 3560.00 circa. Punto misura lato Nord ricettore, 2° piano<br>A.O: e P.O collaudo barriera   |
| PMA_RUMO_07b              | R76b - Prog. 3560.00 circa . Punto misura lato Nord ricettore<br>A.O.; C.O. FAL + area stoccaggio materiali  |
| PMA_RUMO_09               | R77 - Prog. 3500.00 circa. Punto misura lato Sud ricettore A.O, FAL in C.O. con misura assistita, e P.O collaudo barriera. I ricettori sono a distanza > di 60-70 m dal FAL  |
| PMA_RUMO_10               | Plesso Scolastico Mocaiana<br>A.O., C.O. traffico cantiere Cava Loreto   |

**TABELLA 8-2 - PUNTI DI MONITORAGGIO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE DI CANTIERE**

Le misure di ante e post operam sul ricettore R55 finalizzate alla verifica ante e post operam andranno svolte in corrispondenza dell'edificio R55a più vicino al tracciato, da alcuni anni non abitato. Le misure per il controllo del rumore in fase di costruzione sono viceversa previste in corrispondenza di R55b, in posizione retrostante e stabilmente occupato a usi residenziali.

Anche nel caso del ricettore R76 le misure di PO andranno svolte in posizioni differenti rispetto al CO, le prime in corrispondenza dell'edificio a 2 piani (R76a) e le altre nell'edificio a 1 piano a ridosso del FAL (R76b).

Per il Punto di monitoraggio RUMO\_02 si pone viceversa la necessità di sdoppiare i punti di misura al fine di focalizzare l'attenzione del monitoraggio sui due edifici principali che saranno interferiti dal FAL e dal Cantiere Stoccaggio Inerti.

Il ricettore R77 è il testimone più avanzato di un piccolo nucleo residenziale il cui bacino acustico contiene il FAL del viadotto Assino 2 e dei rilevati contigui e, secondariamente, il cantiere di stoccaggio dei materiali. Si ritiene importante aumentare il controllo con misure mobili assistite MA al fine di raccogliere i feedback dei residenti.



|  |  |
|--|--|
|   |      |
| <p>Ricettore R76a vista dalla SS216. Da notare che la facciata esposta al rumore in fase di costruzione è prevalentemente cieca.</p> | <p>R76b vista dalla SS216.<br/>             E' uno dei ricettori più vicini al FAL</p> |

**FIGURA 8-1 – FOTOGRAFIE RICETTORI**

Si riportano di seguito le misure previste sui recettori in sede di monitoraggio.

| CODICE PUNTO<br>MONITORAGGIO     | MISURE TV<br>SETTIMANALI  |      | MISURE LF<br>24-48 ORE  |      | MISURE LC<br>24-48 ORE                         |      | MISURE LM<br>24-48 ORE   |      | MISURE MA                  |
|----------------------------------|---|------|---|------|--|------|--|------|----------------------------|
|                                  | RECETTORI O CENTRI<br>ABITATI PROSSIMI<br>ALLA STRADA IN<br>ESERCIZIO |      | RECETTORI PROSSIMI<br>AL FRONTE DI<br>AVANZAMENTO DEI<br>LAVORI |      | RECETTORI PROSSIMI<br>ALLE AREE DI<br>CANTIERE |      | RECETTORI PROSSIMI<br>ALLA VIABILITÀ<br>INTERESSATA DAI<br>MEZZI DI CANTIERE |      | MISURE MOBILI<br>ASSISTITE |
|                                  | A.O.  | P.O. | A.O.  | C.O. | A.O.   | C.O. | A.O.   | C.O. | AO-CO                      |
| PMA_RUMO_01a<br>(R55a)           | X   | X    |   |      |  |      |  |      | CO (1)                     |
| PMA_RUMO_01b<br>(R55b)           |   |      |   |      | X  | X    |  | X    | CO                         |
| PMA_RUMO_02a<br>(57-58)          | X   | X    |   | X    |  | X    |  |      | CO                         |
| PMA_RUMO_02b<br>(R59)            |   |      |   |      | X  | X    |  |      | CO                         |
| PMA_RUMO_08<br>(R60)             |   |      |   |      |  |      |  |      | AO-CO                      |
| PMA_RUMO_03<br>(R61 Castello)    |   |      |   |      |  |      |  |      | AO-CO (2)                  |
| PMA_RUMO_04<br>(R63)             |   |      |   |      | X  | X    |  |      | CO                         |
| PMA_RUMO_05<br>(R68)             |   |      |   |      | X  | X    |  |      | CO                         |
| PMA_RUMO_06<br>(R75)             | X   | X    |   | X    |  | X    |  | X    | CO                         |
| PMA_RUMO_07a<br>(R76a)           | X   | X    |   |      |  |      |  |      | CO                         |
| PMA_RUMO_07b<br>(R76b)           |   |      |   | X    |  |      |  | X    | CO                         |
| PMA_RUMO_09<br>(R77)             | X   | X    | X   | X    |  |      |  | X    | CO                         |
| PMA_RUMO_10<br>(Scuola Mocaiana) |   |      |   |      |  |      | X  | X    | CO                         |

TABELLA 8-3 - MISURE PRESSO I RICETTORI

- (1) Ricettore disabilitato da alcuni anni. Le misure MA verranno svolte solo se l'edificio risulterà abitato
- (2) Lo svolgimento delle misure sarà condizionato dalla possibilità e dalle modalità con cui sarà consentito l'accesso alla proprietà. Le misure potranno in ogni caso essere svolte solo in assenza dei proprietari del castello.

## 8.5. FREQUENZE DI MONITORAGGIO

---

Nel monitoraggio di ante operam A.O. è prevista una campagna di monitoraggio prima dell'inizio dei lavori.

Nel monitoraggio in corso d'opera C.O. le campagne di monitoraggio avranno una cadenza semestrale. Nei punti interessati dal cantiere operativo il RA verificherà la necessità di passare, almeno fino a stabilizzazione delle lavorazioni, a monitoraggi trimestrali. Le misure assistite RUM\_MA complementari a quelle realizzate con postazioni semi-fisse e previste nei ricettori interessati dal campo base, dal deposito temporaneo e dai cantieri di imbocco, permetteranno in ogni caso di garantire una adeguata sorveglianza delle condizioni di disturbo alla popolazione.

Il PMA di post operam (P.O.), al fine di fornire informazioni più approfondite sull'impatto acustico e poter verificare i livelli di rumore determinati dall'evoluzione del traffico a inizio esercizio (1° anno) e nella successiva fase di stabilizzazione (2° anno), prevede in termini prudenziali due campagne di monitoraggio. Il monitoraggio riguarderà pertanto i primi due anni dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura stradale.

## 8.6. SINTESI OPERATIVA DEL PIANO

---

La tabella seguente riporta per ogni punto di monitoraggio le metodiche previste, la durata dei lavori, il numero di rilievi all'anno e il numero di rilievi totali. In totale sono previste:

- Ante operam A.O.:
  - n. 5 Metodiche TV (misure 7 gg),
  - n. 5 Metodiche LC-LM-LF (Misure 24-48 ore),
  - n. 2 Metodiche MA (Misure Assistite)
- Corso d'opera C.O.:
  - n. 45 Metodiche LC-LM-LF (Misure 24-48 ore),
  - n. 57 Metodiche MA (Misure Assistite)
- Post Operam P.O.:
  - n. 10 Metodiche TV (misure 7 gg)

| CODICE PUNTO                     | METODICA | AO               |                  |        | CO               |                  |        | PO               |                  |        |
|----------------------------------|----------|------------------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|------------------|------------------|--------|
|                                  |          | DURATA AO (ANNI) | RILIEVI/ ANNO AO | TOT AO | DURATA CO (ANNI) | RILIEVI/ ANNO CO | TOT CO | DURATA PO (ANNI) | RILIEVI/ ANNO PO | TOT PO |
| PMA_RUMO_01a<br>(R55a)           | TV       | 1                | 1                | 1      |                  |                  |        | 2                | 1                | 2      |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_01b<br>(R55b)           | LC-LM    | 1                | 1                | 1      | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_02a<br>(57-58)          | TV       | 1                | 1                | 1      |                  |                  |        | 2                | 1                | 2      |
|                                  | LC-LF    |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_02b<br>(R59)            | LC       |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_08<br>(R60)             | MA       | 1                | 1                | 1      | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_03<br>(R61- Castello)   | MA       | 1                | 1                | 1      | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_04<br>(R63)             | LC       | 1                | 1                | 1      | 2.5              | 2                | 5      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 2.5              | 2                | 5      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_05<br>(R68)             | LC       | 1                | 1                | 1      | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_06<br>(R75)             | TV       | 1                | 1                | 1      |                  |                  |        | 2                | 1                | 2      |
|                                  | LC-LF-LM |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_07a<br>(R76a)           | TV       | 1                | 1                | 1      |                  |                  |        | 2                | 1                | 2      |
| PMA_RUMO_07b<br>(R76b)           | LF-LM    |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_09<br>(R77)             | TV       | 1                | 1                | 1      |                  |                  |        | 2                | 1                | 2      |
|                                  | LF-LM    | 1                | 1                | 1      | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
|                                  | MA       |                  |                  |        | 2                | 2                | 4      |                  |                  |        |
| PMA_RUMO_10<br>(Scuola Mocaiana) | LM       | 1                | 1                | 1      | 3                | 2                | 6      |                  |                  |        |

TABELLA 8-4 - DURATA MONITORAGGIO E RILIEVI/ANNO

## 8.7. DEFINIZIONE METODICHE PMA “PREVENZIONE ED EMERGENZA”

### 8.7.1. Misure di collaudo

Le misure di collaudo dei cantieri sono misure a pieno titolo inseribili nell'ambito degli obiettivi del PMA, avendo lo scopo di validare il rispetto dei limiti di rumore che verranno richiesti in deroga dall'Impresa e che, a seguito dell'istruttoria degli uffici comunali competenti, verranno autorizzati dal Comune di Gubbio.

Il dimensionamento e l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati dall'Impresa sono basati su calcoli previsionali inevitabilmente affetti da un margine di incertezza variabile. Al fine di minimizzare questa componente di incertezza, prima dell'entrata in pieno esercizio del cantiere (fase di pre-esercizio), è previsto lo svolgimento di collaudi acustici nel corso dei quali vengono rilevati i livelli di rumore in corrispondenza dei ricettori scelti tra quelli caratterizzati da condizioni di massimo impatto. L'accensione dei singoli impianti permette di identificare le componenti del “carico” emissivo e la presenza di componenti tonali.

Da notare che il REGOLAMENTO REGIONALE 13 AGOSTO 2004, N. 1 «Regolamento di attuazione della legge regionale 6 giugno 2002, n. 8 - Disposizioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico.» Bollettino Ufficiale della Regione Umbria N. 35 DEL 25 Agosto 2004 Supplemento Ordinario, all' Art. 14. (Autorizzazioni), Comma 3 evidenzia che “per cantieri la cui attività abbia durata protratta nel tempo il comune può richiedere che l'impresa proceda, tramite il tecnico competente in acustica ambientale riconosciuto ai sensi dell'articolo 18 della l.r. 8/2002, all'esecuzione di rilevamenti fonometrici atti a verificare il rispetto delle prescrizioni fissate nel provvedimento autorizzatorio. L'esito dei rilievi e le eventuali osservazioni ed indicazioni per una migliore gestione acustica del cantiere, formulate da parte del tecnico stesso, sono tenute a disposizione presso il cantiere per eventuali verifiche da parte degli organi competenti al controllo. I rilievi sono ripetuti con cadenza da stabilirsi, da parte del comune, nel provvedimento autorizzatorio, in relazione alle varie fasi di avanzamento del cantiere”.

Tutti i cantieri operativi principali saranno pertanto sottoposti a collaudo acustico con la supervisione del responsabile ambientale di cantiere (RA) al fine di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate e di prevenire l'eventuale necessità di implementare misure mitigative complementari.

Le misure di collaudo vengono pianificate dall'unità di monitoraggio con il Capocantiere e il RA e consistono in misure non riconducibili a metodiche “unificate”, avendo la necessità di adattarsi allo specifico contesto territoriale e di cantiere. Sono svolte da tecnici competenti in acustica dotati di strumentazione mobile e assistita (fonometri e analizzatori real time) e vengono generalmente svolte in corrispondenza:

- dei ricettori, e in particolare del punto di massima esposizione indicato dallo studio previsionale di impatto acustico,
- del perimetro del cantiere;
- delle aree di lavorazione
- degli impianti.

### 8.7.2. Misure PMA di emergenza

Considerando la grande variabilità delle sorgenti di rumore in fase di costruzione, sia in termini di intensità che di sovrapposizione degli effetti, e la conseguente variabilità delle condizioni di disturbo ai ricettori, si è ritenuto opportuno implementare in forma integrativa al PMA delle procedure di misura SMART che permettano di affrontare con efficacia le emergenze ambientali, quali:

- livelli di rumore in corrispondenza dei ricettori superiori ai limiti autorizzati in deroga;
- livelli di rumore in corrispondenza dei ricettori superiori alle soglie di attenzione o di allarme condivise con gli Enti di controllo;
- esposti/lamentele dei residenti.

Gli esposti/lamentele dei residenti sono in molti casi determinate da eventi di rumore che rientrano nei limiti autorizzati in deroga ma che sono correlati a cause di disturbo non facilmente controllabili con indicatori sintetici quali il Leq continuo in dBA. Un ruolo importante nella attivazione del disturbo da rumore in fase di costruzione è inoltre attribuibile alla sensibilità soggettiva, alle condizioni di salute e stile di vita del soggetto esposto, al contesto socio-economico.

La strumentazione utilizzata permette di comunicare in tempo reale al Responsabile Ambientale di Cantiere gli esiti delle misure e di verificare l'efficacia delle misure mitigative intraprese. Il cantiere sarà dotato di un "Tool Kit" di pronto intervento a cui far seguire, se del caso, degli interventi di mitigazione stabili.

L'obiettivo specifico delle misure di emergenza è pertanto quello di fornire uno strumento di controllo "interattivo" a chi gestisce le attività di cantiere che consenta di intervenire in maniera tempestiva in presenza di specifiche criticità e di verificare l'adeguatezza dei presidi ambientali previsti dal progetto e/o implementati a seguito dell'emergenza.

Il monitoraggio integrativo verrà attivato, secondo le modalità descritte nel seguito, solo in presenza o di criticità ("anomalia inquinamento rumore") documentate dal monitoraggio base o segnalazioni/esposti dei residenti ("potenziale anomalia inquinamento rumore"). In questi casi il Responsabile Ambientale (RA) di cantiere ordinerà l'installazione di una o più postazioni di monitoraggio semi-fisse real time che rimarranno in esercizio fino alla chiusura dell'anomalia.

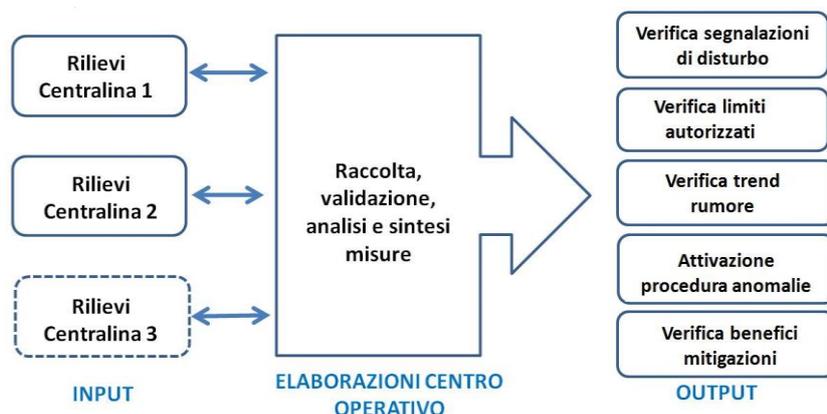


FIGURA 8-2 MODALITÀ DI ATTIVAZIONE DEL MONITORAGGIO INTEGRATIVO

### 8.7.3. Modalità di rilevamento

Il sistema di monitoraggio previsto è il NOISE TUTOR della Spectra basato sulla comunicazione via internet: ogni singola unità di monitoraggio è completamente autonoma e totalmente svincolata da una gestione centralizzata e non richiede il supporto di una unità server web. All'interno di ogni stazione di monitoraggio remota trovano alloggio il fonometro, l'unità UMPC ed una batteria ricaricabile, dimensionata come tampone per eventuali interruzioni della alimentazione da rete oppure per provvedere alla completa alimentazione della intera unità per una durata superiore ai 7 giorni. Nel momento in cui una unità di monitoraggio di questo tipo viene attivata, i dati sono dapprima raccolti nella memoria locale del fonometro quindi ad intervalli prestabiliti dall'operatore per esempio ogni ora oppure una o due volte al giorno vengono scaricati dall'UMPC che a sua volta li archivia in una memoria a stato solido prima di procedere alla creazione di un report grafico, comprimere il file ed attivare la connessione in rete per procedere all'invio via e-mail ad un elenco di indirizzi opportunamente predisposto, sia il file dati compreso sia il corrispondente report grafico.

Qualora sia richiesta una alimentazione autonoma, ogni singola unità di monitoraggio può essere alimentata da una batteria a ioni litio da 400 Wh e l'attività dell'UMPC viene ottimizzata al risparmio energetico con il mantenimento in condizione di sospensione o ibernazione per tutto il tempo non necessario allo scarico ed al invio dei dati; l'autonomia in queste condizioni, può superare i 10 giorni operativi.

### 8.7.4. Sistema di monitoraggio

I componenti del sistema di monitoraggio e comunicazione dati, schematizzati in **Figura 8-3**, permettono:

- Il controllo remoto e lo scarico dati automatizzato via Internet.
- La massima flessibilità di scelta delle modalità di connessione in rete diretta o wireless in relazione alle disponibilità locali.
- L'invio automatico su indirizzi e-mail predefiniti e/o su server ftp, dei file dati e di report grafici completi.
- La connessione remota con controllo diretto di tutte le funzioni dell'unità fonometrica, gestione o modifica dei set-up, verifica funzionale con grafica real-time del decorso temporale della misura, spettri e sonogrammi in contemporanea con audio e video.
- Il riavvio in caso di problemi di alimentazione e di riconnessione in rete;
- Il back-up locale di sicurezza per tutti i file dati.



FIGURA 8-3 COMPONENTI SISTEMI DI MONITORAGGIO

### 8.7.5. Parametri di rilevamento

La centralina di monitoraggio utilizza un fonometro integratore di precisione in classe 1 IEC61672-1 Ed. 2.0 (2013) con dinamica superiore ai 120 dB, analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC 61260 Ed. 2.0 (2014) Class 1, con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz, analizzatore statistico per LAF, LAeq, spettri ad 1/1 o 1/3 d'ottave, con sei livelli percentili definibili tra LN-0.01 e LN-99.99. I report riassuntivi comprendono i grafici con time history e spettrogramma del periodo corrispondente, integrati con i dati numerici di LAeq, Ldn totale, LDay (06:00-22:00), LNight (22:00-06:00), Lden totale, LDay (06:00-20:00), LEvening (20:00-22:00), LNight (22:00-06:00), oltre a 6 livelli percentili suddivisi sempre per i periodi diurno, serale, notturno, globale e per intervalli orari; alla fine del report vengono riportate le condizioni della tensione di alimentazione del fonometro, della sua temperatura interna e dello stato di alimentazione della batteria tampone.

I report giornalieri possono essere inviati qualche istante dopo la mezzanotte oppure dopo le ore 06:00 in relazione alla scelta di valutare i valori Ldn ed Lden nel periodo giornaliero compreso tra mezzanotte e mezzanotte oppure con il periodo notturno a cavallo della mezzanotte e quindi nel periodo compreso tra le ore 06 di un giorno e le ore 06 del giorno successivo.

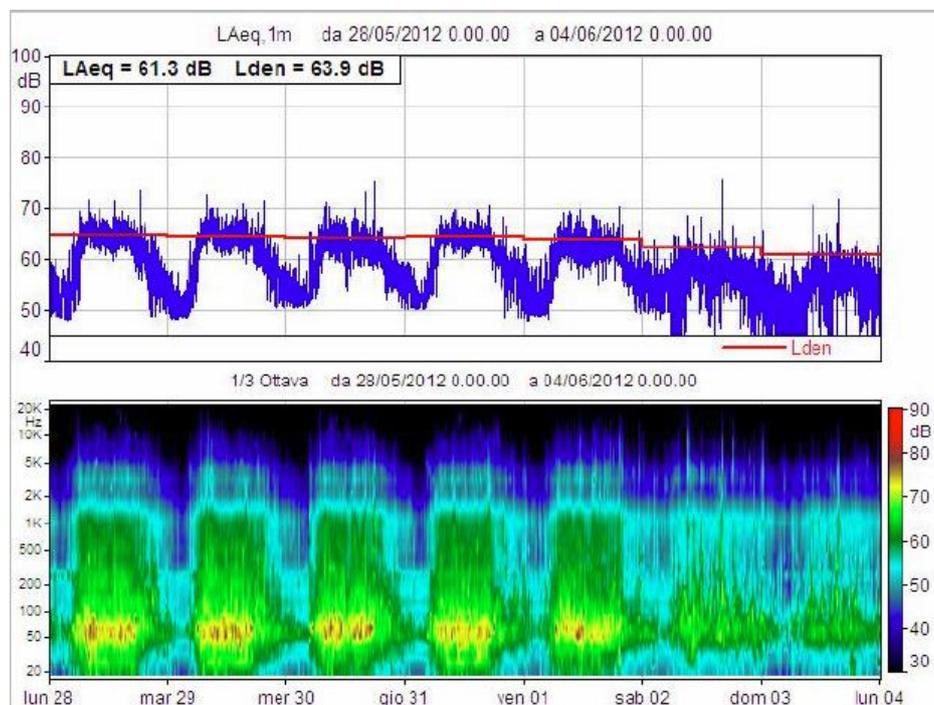


FIGURA 8-4 – ESEMPIO DI REPORT GRAFICO DI UNA MISURA SETTIMANALE

## 8.8. PROCEDURE PER L'ATTIVAZIONE DELLE MISURE PMA EMERGENZA

L'Impresa presenterà al Comune di Gubbio domanda di autorizzazione in deroga ai limiti massimi di immissione, emissione e differenziali in base agli esiti della valutazione previsionale di impatto acustico.

L'anomalia può essere rilevata a seguito dell'analisi delle misure svolte con le metodiche LM, LC o LF del PMA "base" tramite confronto tra il livello di rumore rilevato in corso d'opera (riferito al periodo di riferimento diurno/notturno o su base oraria) e il livello di rumore autorizzato in deroga.

L'anomalia viene segnalata dal Responsabile del del PMA e al responsabile ambientale RA del cantiere che verificherà se l'anomalia segnalata è la conseguenza di una lavorazione "speciale", se è correlabile ad altre cause esterne al cantiere o se, all'opposto, si è verificata in una condizione di lavorazione e di operatività "standard".

In quest'ultimo caso, verrà data disposizione al Responsabile Tecnico del monitoraggio rumore di attivare tempestivamente il monitoraggio real time in corrispondenza del ricettore in esubero al fine di poter verificare l'efficacia delle misure di mitigazione poste in essere.

## 9. VIBRAZIONI

---

### 9.1. OBIETTIVI

---

L'esigenza di controllo ambientale inserita nel PMA del P.E. ha lo scopo di verificare se gli indicatori correlati al danno e al disturbo negli edifici più sensibili rientrano entro i valori massimi previsti dalla normativa tecnica UNI9916 e UNI9614.

### 9.2. IL QUADRO PRESCRITTIVO

---

Il quadro prescrittivo contiene in tema di vibrazioni due indicazioni:

- Il PMA da sottoscrivere con ARPA Umbria deve includere la componente vibrazionale (prescrizione 1.8.1)
- Riduzione produzione vibrazioni durante la fase di costruzione ricorrendo a macchinari e procedure

Sebbene in assenza di richieste particolareggiate e di precisazioni di metodo, il PMA di P.E. considera l'impatto vibrazionale durante la fase di costruzione.

### 9.3. DEFINIZIONE METODICHE PMA "BASE"

---

L'Impresa svolgerà tutti i necessari accertamenti finalizzati a garantire l'assenza di danni agli edifici, con misure in accordo alla norma UNI9916 DIN4150 e in accordo a quanto richiederà lo studio sulla ottimizzazione delle volate (definizione della legge del sito).

Per quanto di competenza del PMA, vengono proposte due metodiche di monitoraggio "base", differenziate in relazione dell'obiettivo della misura:

- Metodica DS – Misura in continuo delle vibrazioni per la valutazione del disturbo negli edifici ai sensi della norma UNI9614 e ISO 2631-2. I rilievi sono effettuati sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto o qualora questa non sia individuabile, a centro ambiente nel locale abitato in corrispondenza del quale il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore (generalmente in corrispondenza del solaio al piano terra o primo piano). Tempi di misura di 24 ore, catena di misura è composta da:
  - supporto metallico per il montaggio di n. 3 accelerometri secondo X,Y,Z;
  - accelerometri monoassiali Wilcoxon research, Low frequency Accelerometer 799 LF, Sensibilità 500 mV/g, Accelerazione di picco 10 g;
  - amplificatore di carica;
  - analizzatore di spettro in tempo reale;
  - PC portatile;
  - software dedicato per l'acquisizione dati.



**FIGURA 9-1 – ESEMPIO STRUMENTAZIONE DI MISURA METODICA DS**

- Metodica AA - Misure in continuo di rumore in ambiente abitativo per la valutazione del disturbo del rumore trasmesso per via solida dalle strutture. I rilievi sono effettuati al centro del locale, a 1.5 m di altezza dal pavimento, in prossimità del punto di misura delle vibrazioni. Tempi di misura 24 ore, con l'impiego di catena di misura composta da:
  - Fonometro integratore e analizzatore conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
  - Microfono conforme alle norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995 ;
  - Filtri di analisi in 1/3 di ottava conformi alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260);
  - Cavi di collegamento fonometro-preamplificatore microfonico di lunghezza adeguata all'installazione.

## 9.4. PUNTI DI MONITORAGGIO

I sopralluoghi alle aree di studio svolti il 23-24 maggio 2017 hanno permesso di identificare due punti di controllo in corrispondenza dei ricettori: R61 Castello di Carbonana e R63 Edificio residenziale.

In considerazione della fruizione del Castello, le misure verranno preferibilmente svolte in assenza della proprietà. Non potranno essere utilizzati sistemi di trasmissione dei dati al fine di non interferire con i sistemi di sicurezza presenti all'interno e all'esterno dell'edificio. Le misure finalizzate al disturbo vibrazionale e sonoro (rumore trasmesso per via solida) saranno svolte preferibilmente nei locali al 1° piano adibiti a zona fitness o, in alternativa, nei locali al piano terreno. Nel caso in cui la proprietà non si rendesse disponibile all'installazione di strumentazione in continuo, verranno proposti dei campionamenti assistiti con tempi di misura di 1 ora.

Il monitoraggio del ricettore residenziale R63 verrà svolto al primo piano abitato in corrispondenza di solaio della zona notte. Anche in questo caso verrà svolto nelle prime fasi dello scavo della galleria Pietralunga 2, essendo previsto un avanzamento da Ovest in direzione est che determina condizioni di massimo impatto all'inizio dei lavori e progressivo allontanamento del fronte di scavo.

La ripetizione delle misure verrà attuato solo in presenza di superamenti dei limiti normativi e di livelli di rumore solido di 25 dBA in periodo notturno

| PUNTI DI MONITORAGGIO | LOCALIZZAZIONE/MOTIVAZIONE  |
|-----------------------|---|
| PMA_VIBR_01           | R61 – Castello di Carbonana<br>Scavo della galleria "Pietralunga 1" con esplosivi o metodi meccanici, scavi da ovest in direzione est             |
| PMA_VIBR_02           | R63– Ricettore residenziale a 2 piani (in alternativa R65)<br>Scavo della galleria "Pietralunga 2" imbocco ovest, scavi da ovest in direzione est |

TABELLA 9-1 - PUNTI DI RILIEVO VIBRAZIONALE E RUMORE SOLIDO

|  |   |
|--|---|
|  |  |
| <p>R61 – Castello di Carbonana</p>   | <p>R63 – Ricettore residenziale a 2 piani</p>                                       |

## 9.5. FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Nel monitoraggio di ante operam è prevista una campagna di misure prima dell'inizio dei lavori sul ricettore R63, in considerazione della esigua distanza dal ciglio della SS2016 e della elevata percentuale di mezzi pesanti che la percorrono.

In corso d'opera, il monitoraggio del Castello verrà svolto nelle prime fasi dello scavo della galleria Pietralunga 1, essendo previsto un avanzamento da Ovest in direzione est che determina condizioni di massimo impatto all'inizio dei lavori. Anche il monitoraggio del ricettore R63 verrà svolto nelle prime fasi dello scavo della galleria Pietralunga 2, essendo previsto un avanzamento da Ovest in direzione Est che determina condizioni di massimo impatto all'inizio dei lavori, con progressivo allontanamento del fronte di scavo dal ricettore.

Se le misure documenteranno livelli di rumore e di vibrazione in ambiente abitativo ammissibili, non si procederà con ulteriori misure.

Non sono necessarie misure di post operam.

## 9.6. SINTESI OPERATIVA DEL PIANO

La tabella seguente riporta per ogni punto di monitoraggio le metodiche previste, la durata dei lavori, il numero di rilievi minimo previsto. In sintesi:

- Ante operam A.O.: n. 1 Metodica DS e n. 1 metodica AA (misure 24 ore in continuo)
- Corso d'opera C.O.: n. 2 Metodiche DS e n. 2 metodiche AA (misure 24 ore in continuo)
- Post Operam P.O.: non sono previste misure

Nel caso in cui le misure di C.O. evidenzino esuberi rispetto ai limiti UNI9614, o il superamento del limite differenziale in ambiente abitativo, verranno concordate con il Responsabile Ambientale le misure integrative per il PMA emergenza.

| CODICE PUNTO         | METODICA | AO               |            |        | CO               |            |        | PO               |            |        |
|----------------------|----------|------------------|------------|--------|------------------|------------|--------|------------------|------------|--------|
|                      |          | DURATA AO (ANNI) | RILIEVI AO | TOT AO | DURATA CO (ANNI) | RILIEVI CO | TOT CO | DURATA PO (ANNI) | RILIEVI PO | TOT PO |
| PMA_VIBR_01<br>(R61) | DS       | 1                | 0          | 0      | 3                | 1          | 1      | 1                | 0          | 0      |
|                      | AA       | 1                | 0          | 0      | 3                | 1          | 1      | 1                | 0          | 0      |
| PMA_VIBR_02<br>(R63) | DS       | 1                | 1          | 1      | 2.5              | 1          | 1      | 1                | 0          | 0      |
|                      | AA       | 1                | 1          | 1      | 2.5              | 1          | 1      | 1                | 0          | 0      |

TABELLA 9-2 - DURATA MONITORAGGIO E N. RILIEVI

## 9.7. DEFINIZIONE METODICHE PMA "PREVENZIONE ED EMERGENZA"

Le misure integrative attivate in condizioni di emergenza ripropongono le metodiche base di monitoraggio precedentemente indicate, con consegna dei risultati delle misure nelle 24 ore successive alla conclusione dei rilievi.

## 9.8. DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE PER L'ATTIVAZIONE DEL PMA DI EMERGENZA

Le misure integrative rispetto a quelle minime indicate in **Tabella 9-2** sono attivate dal RA a seguito di:

- lamentele/esposti della popolazione esposta;
- superamenti dei limiti normativi UNI9614;
- superamento del limite differenziale in ambiente abitativo (o di livelli di rumore solido di 25 dBA) in periodo notturno, qualora il Comune di Gubbio non concedesse specifica deroga.

In queste situazioni il RA ordina, d'intesa con il responsabile del PMA, lo svolgimento di misure integrative finalizzate a verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione attuati dal cantiere, definendo l'intervallo temporale delle ripetizioni fino a chiusura dell'anomalia.