

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO

S.O. AMBIENTE

PROGETTO DEFINITIVO

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA (LOTTO 4A)**

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione Generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3U 40 D 22 RG MA0000 001 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|----------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|------------|-------------|--|
| A | Emissione definitiva | F. Massari | Luglio 2021 | F. Petrelli G. Dajelli | Luglio 2021 | A. Barreca | Luglio 2021 | C. Ercolani M. 2022 |
| B | Emissione definitiva | L.Colacillo | Marzo 2022 | G. Dajelli | Marzo 2022 | A. Barreca | Marzo 2022 | ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani Ordine Agrotecnici e Agronomi di Roma, Rieti e Viterbo 0445 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: RS3U40D22RGMA0000001B.doc

n. Elab. :

INDICE

| | | |
|-------|---|-----------|
| 1. | PREMESSA | 6 |
| 2. | DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO | 7 |
| 2.1 | GLI INTERVENTI IN PROGETTO | 7 |
| 2.2 | DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE..... | 9 |
| 3. | RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI | 11 |
| 3.1 | I RICETTORI..... | 11 |
| 3.2 | PUNTI DI MISURA | 12 |
| 3.3 | TEMPI E FREQUENZE..... | 12 |
| 3.4 | RESTITUZIONE DEI DATI | 13 |
| 3.5 | METADOCUMENTAZIONE | 15 |
| 3.6 | STRUMENTI PER LA CONDIVISIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO | 16 |
| 4. | RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI..... | 17 |
| 4.1 | ATMOSFERA..... | 17 |
| 4.1.1 | <i>Obiettivi del monitoraggio</i> | <i>17</i> |
| 4.1.2 | <i>Normativa di riferimento.....</i> | <i>17</i> |
| 4.1.3 | <i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> | <i>19</i> |
| 4.1.4 | <i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i> | <i>21</i> |
| 4.1.5 | <i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i> | <i>22</i> |
| | <i>Metodologia di acquisizione parametri convenzionali</i> | <i>22</i> |
| | <i>Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali</i> | <i>25</i> |
| 4.1.6 | <i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> | <i>28</i> |
| 4.2 | ACQUE SUPERFICIALI | 32 |
| 4.2.1 | <i>Obiettivi del monitoraggio</i> | <i>32</i> |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2.2 | <i>Normativa di riferimento</i> | 33 |
| 4.2.3 | <i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> | 35 |
| 4.2.4 | <i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> | 36 |
| | <i>Indagini quantitative</i> | 37 |
| | <i>Indagini qualitative</i> | 37 |
| 4.2.5 | <i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> | 42 |
| | <i>Misure di Portata</i> | 42 |
| | <i>Campionamento per Analisi di Laboratorio</i> | 44 |
| | <i>Indice STAR ICMI</i> | 45 |
| | <i>Indice NISECI</i> | 46 |
| 4.2.6 | <i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> | 49 |
| 4.3 | ACQUE SOTTERRANEE | 51 |
| 4.3.1 | <i>Obiettivi del monitoraggio</i> | 51 |
| 4.3.2 | <i>Normativa di riferimento</i> | 51 |
| 4.3.3 | <i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> | 52 |
| 4.3.4 | <i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> | 54 |
| | <i>Indagini quantitative</i> | 54 |
| | <i>Indagini qualitative</i> | 55 |
| 4.3.5 | <i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i> | 58 |
| | <i>Misure in situ</i> | 58 |
| | <i>Prelievo campioni per analisi di laboratorio</i> | 59 |
| 4.3.6 | <i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> | 60 |
| 4.4 | SUOLO E SOTTOSUOLO | 62 |
| 4.4.1 | <i>Obiettivi del monitoraggio</i> | 62 |
| 4.4.2 | <i>Normativa di riferimento</i> | 62 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.4.3 | <i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i> | 63 |
| 4.4.4 | <i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> | 63 |
| 4.4.5 | <i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> | 66 |
| | <i>Generalità</i> | 66 |
| | <i>Profilo del suolo</i> | 67 |
| | <i>Descrizione del profilo</i> | 68 |
| | <i>Parametri chimici</i> | 74 |
| 4.4.6 | <i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> | 75 |
| 4.5 | RUMORE | 77 |
| 4.5.1 | <i>Obiettivi del monitoraggio</i> | 77 |
| 4.5.2 | <i>Normativa di riferimento</i> | 77 |
| 4.5.3 | <i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i> | 79 |
| 4.5.4 | <i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> | 80 |
| 4.5.5 | <i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> | 81 |
| 4.6 | VIBRAZIONI | 82 |
| 4.6.1 | <i>Obiettivi del monitoraggio</i> | 82 |
| 4.6.2 | <i>Normativa di riferimento</i> | 82 |
| 4.6.3 | <i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i> | 84 |
| 4.6.4 | <i>Strumentazione</i> | 85 |
| 4.6.5 | <i>Modalità di monitoraggio e parametri</i> | 86 |
| 4.6.6 | <i>Elaborazioni delle misure</i> | 87 |
| 4.6.7 | <i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> | 88 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A
 PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
 Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 5 di 106 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.7 | VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI..... | 90 |
| 4.7.1 | Obiettivi del monitoraggio | 90 |
| 4.7.2 | Normativa di riferimento..... | 90 |
| 4.7.3 | Criteri di individuazione delle aree da monitorare | 92 |
| 4.7.4 | Parametri oggetto del monitoraggio..... | 93 |
| | Vegetazione e flora | 93 |
| | Fauna | 94 |
| 4.7.5 | Metodiche e strumentazione di monitoraggio..... | 95 |
| | Vegetazione e flora | 95 |
| | 4.7.5.1.1 Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo “4”)..... | 97 |
| | 4.7.5.1.2 Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (Indagine di tipo “3”)..... | 97 |
| | Fauna | 98 |
| 4.7.6 | Articolazione temporale delle attività di monitoraggio | 103 |
| | Flora e vegetazione | 103 |
| | Fauna | 105 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 6 di 106 |

1. **PREMESSA**

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al Progetto Definitivo del raddoppio della tratta ferroviaria “Caltanissetta Xirbi – Nuova Enna”, parte integrante degli interventi più generali della direttrice ferroviaria Messina – Catania - Palermo.

Il presente documento è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163” (norme tecniche di attuazione dell’allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”. .

Il progetto di monitoraggio, in base alle risultanze degli studi effettuati a supporto del progetto definitivo “RS3U40D69RGCA0000002A _Progetto Ambientale della Cantierizzazione”, individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell’opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 Gli interventi in progetto

Il progetto in questione è relativo alla realizzazione del nuovo collegamento Palermo – Catania nella tratta compresa tra Caltanissetta Xirbi e Nuova Enna (denominata anche lotto 4A).

L'intervento in questione ricade all'interno del territorio della Regione Sicilia nelle Province di Caltanissetta ed Enna, interessando i territori dei Comuni riportati nella tabella che segue.

Tabella 2-1 Contesti amministrativi interessati

| Regioni | Provincia | Comuni |
|---------|---------------|---|
| Sicilia | Caltanissetta | Caltanissetta S. Caterina Villarmosa |
| | Enna | Enna |

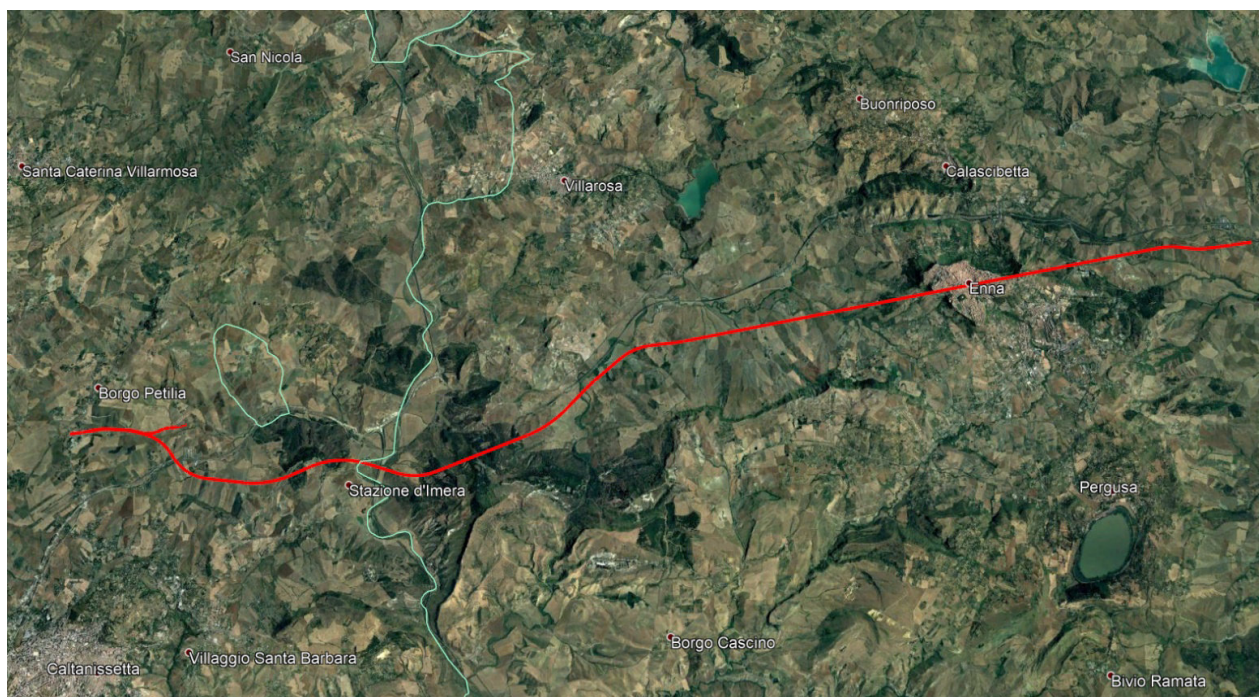


Figura 2-1 Inquadramento territoriale dell'intervento – in rosso la tratta ferroviaria -



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 8 di 106 |

L'intervento in progetto ha ad oggetto la realizzazione della nuova tratta ferroviaria compresa tra la Stazione di Caltanissetta Xirbi (inclusa) e la Stazione di Nuova Enna (esclusa), tra le progressive 125+773 e 151+953 circa della linea storica Palermo – Catania per una lunghezza complessiva pari a circa 27 km.

L'intervento ha origine nella stazione della Stazione di Caltanissetta Xirbi che viene completamente rinnovata sia dal punto di vista funzionale che architettonico, costituendo di fatto il primo importante punto di intervento del lotto in parola.

La stazione costituisce punto di connessione della nuova linea veloce con la linea storica e con la diramata per Agrigento che già oggi converge sull'impianto. Dalla stazione di Caltanissetta Xirbi si diparte dunque il lotto 4a che si sviluppa totalmente in variante di tracciato rispetto alla linea storica fino a raggiungere la stazione di Nuova Enna.

L'infrastruttura si sviluppa prevalentemente in galleria, per complessivi 20 Km circa, mentre la restante parte si compone di 3 Km di viadotti e circa 4 Km tra trincee e rilevati.

Più in dettaglio, il binario della nuova linea veloce si dirama dal 2° binario della nuova stazione di Xirbi, proseguendo in affiancamento alla Linea Storica con un'alternanza di tratti in rilevato, trincea, viadotto fino circa alla pk 1+657 circa, a partire dalla quale la nuova linea e la vecchia divergono rapidamente. Da questo punto il nuovo tracciato curva verso sud est, in viadotto, per andare appunto in totale variante rispetto alla linea storica.

Dopo il tratto in viadotto il tracciato approccia una galleria artificiale che consente di risolvere l'interferenza con la strada statale SS640. A seguire un tratto in viadotto ed un tratto con alternanza di trincee e rilevati da cui si approccia la prima galleria naturale, ovvero la galleria Montestretto di circa 2,3 km a singolo binario.

All'uscita di tale galleria la linea approccia la valle dell'Imera-Salso, attraversandola essenzialmente su viadotto, per poi imboccare la seconda galleria naturale, la galleria Salso di circa 3,8 km che viene invece realizzata a doppia canna.

All'uscita della galleria Salso, la linea attraversa con un viadotto, la valle del Morello. A seguire, verso Enna, la sede si sviluppa su un rilevato fino all'imbocco della Galleria Trinacria.

Segue dunque la lunga galleria Galleria Trinacria, di oltre 13 km, che sbocca praticamente sulla sede della nuova stazione di Enna; quest'ultima è assunta già in esercizio ovvero realizzata a carico del lotto adiacente (Lotto 4B) e dunque, con questo lotto, solo in parte adeguata.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 9 di 106 |

Per un maggior approfondimento si rimanda agli specifici elaborati per tutti i dettagli previsti e per le fasi di realizzazione dell'opera.

2.2 Descrizione del sistema di cantierizzazione

Per la realizzazione delle opere in progetto, è prevista l'installazione delle seguenti tipologie di cantieri:

- **cantiere base:** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- **cantiere operativo:** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree tecniche:** risultano essere quei cantieri funzionali in particolare alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalcaferrovia, opere di imbocco). Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree di stoccaggio:** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, conferimento a siti esterni per attività di rimodellamento o recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- **cantieri armamento:** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- **aree di deposito terre:** sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate onde garantire almeno 8 mesi di accumulo dello scavo al fine di assicurare, su tale periodo, la continuità delle lavorazioni.

Le aree di cantiere sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.

- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere

Tabella 2-2 – Tabella riepilogativa aree di cantiere

| Codice | Descrizione | Comune | Superficie (mq) |
|--------|--------------------|--------------------|-----------------|
| AR.01 | Area di armamento | Caltanissetta (CL) | 10.250 |
| AS.01 | Area di stoccaggio | Caltanissetta (CL) | 6.120 |
| AT.01 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 4.100 |
| AT.02 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 2.500 |
| AT.03 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 4.000 |
| AT.04 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 2.100 |
| AT.05 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 6.000 |
| AT.05a | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 8.800 |
| AS.02 | Area di stoccaggio | Caltanissetta (CL) | 31.900 |
| AT.06 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 4.300 |
| AT.07 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 7.000 |
| CO.01 | Cantiere operativo | Caltanissetta (CL) | 14.000 |
| AS.03 | Area di stoccaggio | Caltanissetta (CL) | 8.900 |
| AT.08 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 6.300 |
| AS.04 | Area di stoccaggio | Caltanissetta (CL) | 7.320 |
| AT.10 | Area Tecnica | Caltanissetta (CL) | 4.000 |
| AR.03 | Area di armamento | Caltanissetta (CL) | 8.000 |
| DT.01 | Deposito Terre | Caltanissetta (CL) | 90.500 |
| AT.11 | Area Tecnica | Enna (EN) | 8.600 |
| DT.02 | Deposito Terre | Enna (EN) | 48.500 |
| AT.12 | Area Tecnica | Enna (EN) | 19.000 |
| AS.05 | Area di stoccaggio | Enna (EN) | 6.960 |
| DT.03 | Deposito Terre | Enna (EN) | 70.000 |
| AS.06 | Area di stoccaggio | Enna (EN) | 30.000 |
| AT.14 | Area Tecnica | Enna (EN) | 21.400 |
| AT.15 | Area Tecnica | Enna (EN) | 11.100 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| | | | | | |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 11 di 106 |

| Codice | Descrizione | Comune | Superficie (mq) |
|--------|--------------------|-----------|-----------------|
| CB.01 | Cantiere base | Enna (EN) | 25.000 |
| AT.16 | Area Tecnica | Enna (EN) | 5.200 |
| CO.02 | Cantiere operativo | Enna (EN) | 19.800 |
| AS.07 | Area di stoccaggio | Enna (EN) | 36.000 |
| AT.17 | Area Tecnica | Enna (EN) | 40.000 |
| DT.04 | Deposito Terre | Enna (EN) | 67.300 |
| CO.03 | Cantiere operativo | Enna (EN) | 40.000 |
| AR.02 | Area di armamento | Enna (EN) | 8.000 |
| CB.02 | Cantiere base | Enna (EN) | 23.200 |
| AT.18 | Area Tecnica | Enna (EN) | 21.500 |
| AS.08 | Area di stoccaggio | Enna (EN) | 39.300 |
| DT.05 | Deposito Terre | Enna (EN) | 97.500 |

Relativamente al sistema di cantierizzazione sopra riportato si evidenzia che tutte le aree occupate temporaneamente dai cantieri al termine dei lavori saranno ripristinate allo stato quo-ante e restituite al territorio.

Per maggiori dettagli sulla cantierizzazione si rimanda all'elaborato specialistico, quale “*RS3U40D53RGCA0000001C_Relazione di Cantierizzazione*”.

3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

3.1 I ricettori

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

Il tracciato di progetto, un binario unidirezionale, di lunghezza pari a circa 26,5 km, si sviluppa in parte in variante alla Linea Storica esistente, in parte in affiancamento, da Xirbi (Caltanissetta), prima della Stazione di Caltanissetta Xirbi, sino alla stazione Nuova Enna (prima della stessa), ove si allaccia al Lotto 4b della



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 12 di 106 |

stessa Linea di progetto nuovo collegamento Palermo-Catania. Dei ca. 26,5 km di tracciato, circa 20 km si sviluppano in galleria. Viadotti e rilevati si alternano nelle parti allo scoperto, con presenza di brevi tratte in trincea.

I ricettori presenti sul territorio attraversato dalle opere in progetto, nonché dal sistema di cantierizzazione progettato, individuati all'interno di una fascia di 250 metri dall'asse del tracciato, sono costituiti principalmente da edifici residenziali raggruppati in piccoli nuclei abitati. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.

Per la localizzazione dei ricettori si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici allegati allo studio acustico "RS3U40D22P6IM0004001-26A _*Planimetria localizzazione dei ricettori censiti*".

3.2 Punti di misura

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in questa fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel Piano Ambientale della Cantierizzazione (in seguito denominato PAC), sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate "RS3U40D22P5MA0000001-3A _*Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio*".

3.3 Tempi e frequenze



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 13 di 106 |

Nel presente PMA per ogni componente ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Per quanto riguarda la durata delle misure, essa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza dei cantieri. La durata complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

3.4 Restituzione dei dati

Le modalità di restituzione dei dati seguiranno le indicazioni di cui alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014", anche ai fini dell'informazione al pubblico, di seguito elencate:

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

I dati così raccolti saranno condivisi il pubblico. Inoltre, le informazioni ambientali potranno essere riutilizzate per accrescere le conoscenze sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione, oltre ad essere riutilizzati per la predisposizione di ulteriori studi ambientali.

I rapporti tecnici conterranno:

- le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 14 di 106 |

- i parametri monitorati;
- l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

Inoltre, i rapporti tecnici includeranno per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite **schede di sintesi** contenenti le seguenti informazioni:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo (es. ATM_01 per un punto misurazione della qualità dell'aria ambiente), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio;
- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);
- ricettori sensibili: codice del ricettore (es. RIC_01): localizzazione (indirizzo, comune, provincia, regione), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), descrizione (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di sintesi sarà corredata da:

- inquadramento generale che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea (scala 1:10.000) dei seguenti elementi:
 - stazione/punto di monitoraggio;
 - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato ferroviario, aree di cantiere, opere di mitigazione);
 - ricettori sensibili;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 15 di 106 |

o eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;

- immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

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

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

Con riferimento ai dati territoriali georeferenziati necessari per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale, si individuerà quanto segue:

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

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

3.5 Metadocumentazione

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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 16 di 106 |

La metadocumentazione dei dati territoriali georiferiti sarà predisposta secondo le indicazioni della Direttiva INSPIRE 2007/2/CE e del Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n.32 *“Attuazione della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un’infrastruttura per l’informazione territoriale nella comunità europea (INSPIRE)”*.

3.6 Strumenti per la condivisione dei dati di monitoraggio

Così come specificato nelle *“Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”*, per le opere strategiche di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo), sarà cura del proponente restituire i dati di monitoraggio attraverso un proprio sistema informativo (portale web) con la finalità di garantire l’accesso, la ricerca, la consultazione dei dati di monitoraggio.

A tal proposito, proprio per garantire una più efficace gestione dei dati di monitoraggio e una più rapida consultazione di tutte le informazioni disponibili in relazione alle specifiche opere, Italferr è fornita di una banca dati ambientale, denominata SIGMAP, che, attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l’archiviazione, l’analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, garantendo la consultazione di mappe tematiche relative in particolare alla Progettazione, al Monitoraggio Ambientale. Tale banca dati è consultabile e visionabile online attraverso un profilo utente, attivabile dagli stakeolder coinvolti nel progetto. All’avvio delle attività di monitoraggio saranno fornite le necessarie credenziali per l’accesso, dandone comunicato al MITE-DVA.

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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 17 di 106 |

4. RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

4.1 Atmosfera

4.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni successive in corso d'opera ad un aggiornamento della valutazione delle emissioni prodotte in fase di cantiere;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati negli studi di impatto ambientale.

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

In fase di corso d'opera, si valuterà l'opportunità di eseguire o meno le misure di atmosfera in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze”.

4.1.2 Normativa di riferimento

Normativa nazionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- D.P.R. 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 18 di 106 |

- D.M. 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 21/05/2004 n.183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria;
- D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Normativa regionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- DGR n. 268 del 18/07/2018, Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria in conformità alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria (Direttiva 2008/50/CE) ed al relativo Decreto Legislativo di recepimento (D.lgs. 155/2010);
- DDG n. 449 del 10/06/2014, Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia ed il relativo programma di valutazione" redatto da Arpa Sicilia in accordo con la "Zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Siciliana", approvata con D.A. n. 97/GAB.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 19 di 106 |

Norme tecniche

- UNI EN 12341:2014 - Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente atmosfera, descritto di seguito, è stato redatto in conformità delle “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”.

Inoltre il progetto di monitoraggio della componente atmosfera descritto in questo elaborato è stato definito sulla base del documento “Linee Guida per il monitoraggio dell’atmosfera nei cantieri di grandi opere” prodotto da Italferr a Giugno 2012.

4.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell’ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio, è effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell’aria contenute nel SIA e/o nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione.

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

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima di ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e alle valutazioni condotte mediante modelli e stime nell’ambito dello SIA;
- caratteristiche microclimatiche dell’area di indagine (con particolare riferimento all’anemologia);
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un’efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell’area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscala e microscala;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 20 di 106 |

- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata valutando sia il posizionamento dei ricettori, sia la severità dei potenziali impatti (legata alla tipologia delle lavorazioni e alla sensibilità del territorio) e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi denominati "stazioni di monitoraggio".

Per "stazione" si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici. In particolare, nel nostro caso si definiscono due tipologie di sezione di monitoraggio:

- monitoraggio delle aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori.
- monitoraggio del traffico veicolare di cantiere

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un'area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall'attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno, ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

Nel caso in esame, in funzione dell'ampiezza delle aree interessate, del numero di ricettori presenti, della severità dei potenziali effetti e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera, la rete di monitoraggio sarà composta dalle seguenti sezioni di monitoraggio:

- 2 punti influenzati dalle attività di cantiere (ATC)
- 2 punti di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere (NI)

Il numero complessivo dei punti di monitoraggio previsti è pari a 4.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 21 di 106 |

Tutti i punti saranno monitorati sia in fase ante operam che in corso d'opera. In virtù della natura dell'opera, non si prevedono elementi di impatto per la componente atmosfera durante l'esercizio dell'opera, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post operam, per detta componente.

La localizzazione delle sezioni di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio viene rappresentata negli elaborati grafici "RS3U40D22P5MA0000001-3A_Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna stazione è determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d'opera, sempre con la finalità di evidenziare nella sezione il contributo delle emissioni di cantiere.

In particolare, l'ubicazione esatta dei punti da monitorare dovrà essere confermata a seguito della verifica dell'effettiva cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo.

4.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Sulla base del documento "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italferr a Giugno 2012, i parametri della qualità dell'aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi: il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell'aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'opera.

Nota la finalità del monitoraggio per detta componente i parametri oggetto di indagine sono:

- Parametri convenzionali
 - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀);
 - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5});
 - **Biossido di azoto (NO₂)**
- Parametri non convenzionali
 - misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 22 di 106 |

- analisi della composizione chimica del particolato sedimentabile (deposizioni) relativamente agli elementi terrigeni;
- misura simultanea della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici (contaparticelle) e delle polveri con metodo gravimetrico (PM10 e PM2.5).

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteo climatici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- velocità del vento
- direzione del vento
- umidità relativa
- temperatura
- precipitazioni atmosferiche
- pressione barometrica
- radiazione solare

4.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico è necessario utilizzare stazioni di misura conformi, ai sensi dell'art.1 comma 4 lettera g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i., per quanto riguarda:

- i requisiti richiesti per la strumentazione;
- l'utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- l'utilizzo di strumentazione che permetta un'acquisizione e restituzione dei dati utile ad intervenire tempestivamente in caso di anomalie.

In particolare, per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati vanno utilizzate strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) e le principali norme tecniche (ad esempio, la norma UNI EN 12341:2014 per le polveri sottili). In questo modo è possibile ottenere dei dati validati e confrontabili con quelli delle centraline per la determinazione della qualità

dell'aria degli Enti territorialmente competenti (ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.), avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria nei territori in cui insistono le lavorazioni e valutare l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.



Figura 4-1 Campionatore sequenziale automatico

L'analisi gravimetrica su base giornaliera (24 ore) viene effettuata con campionatori (vedi ad esempio Figura 4-1) automatici o semiautomatici che impiegano linee di campionamento (teste di taglio comprese) e sistemi di misura dei parametri di campionamento "conformi" alla normativa (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.). A tale fine, possono essere utilizzati sistemi che consentono la misura diretta basata su principi di tipo fisico (ad es. assorbimento di raggi beta) coerenti con la legislazione attualmente in vigore (con certificazione di equivalenza) o strumenti che prevedono il campionamento su membrane filtranti da sottoporre a misura gravimetrica secondo i dettami della norma UNI EN 12341:2014. La corretta esecuzione delle procedure ivi descritte è garantita dalla Certificazione del Laboratorio e dal Sistema di Gestione della Qualità dell'Azienda che le svolge, ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018 (Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura).

Le membrane filtranti (dette anche "filtri") possono essere composte di vari materiali (vetro, quarzo, PTFE, ecc.) ma sempre con caratteristiche conformi alla norma UNI EN 12341:2014 e sono preparate in laboratorio secondo quanto previsto dalla medesima norma mediante l'utilizzo di pinzette smussate al fine

di evitare contaminazione e/o danni. Di seguito si riportano le procedure di preparazione dei filtri:

- controllo dei filtri per rilevare imperfezioni o possibile contaminazione dovuta al trasporto;
- condizionamento dei filtri per 48 ore su speciali piatti forati, protetti dal materiale particellare presente nell'aria all'interno di una camera di pesata con aria condizionata ed esposti a condizioni di termoigrometriche di $20\pm 1^\circ\text{C}$ e umidità relativa di $50\pm 5\%$ costanti;
- pesata dei filtri usando una bilancia con risoluzione di almeno $10\ \mu\text{g}$;
- conservazione dei filtri in cassette etichettate e sigillate;
- redazione di un rapporto di laboratorio dove è indicato il peso del filtro.

Tali filtri “bianchi” sono successivamente caricati nei campionatori automatici per effettuare il monitoraggio e al termine della campagna sono inviati al laboratorio per essere nuovamente sottoposti alla procedura illustrata sopra e determinarne il peso a seguito del campionamento.

La differenza in peso pre- e post- campionamento, congiuntamente al valore del volume campionato (restituito dal campionatore automatico) permette di determinare delle concentrazioni PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$. In Figura 4-2 è riportata una fotografia di esempio di un filtro bianco e un filtro campionato a confronto.



Figura 4-2 - Filtro campionato (sinistra) – Filtro bianco (destra)

Per quanto concerne la strumentazione finalizzata al monitoraggio degli ossidi di azoto, l'analizzatore di ossidi di azoto (NO_x) sarà conforme alle specifiche dell'Al.VI del Dlgs. 155 15/08/10 descritta nella norma UNI EN 14212:2005.

Il principio di misura è basato sulla chemiluminescenza: l'ozono proveniente da un generatore integrato attraversa la camera di reazione dove è presente il campione da misurare. Le molecole di NO reagiscono con quelle di O_3 , dando luogo a $\text{NO}_2 + \text{O}_2$ e ad una emissione di fotoni (chemiluminescenza), la cui intensità, proporzionale alla concentrazione di NO nel campione, viene misurata da un fotomoltiplicatore ad elevata sensibilità. La misura di NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$) viene effettuata facendo passare ciclicamente il campione in un convertitore catalitico che riduce tutto l' NO_2 ad NO . Un amplificatore differenziale sottrae quindi dal segnale NO_x il segnale di NO ricavandone il segnale di NO_2 .

Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

Deposizione e microscopia

Per l'analisi del particolato sedimentabile è previsto l'utilizzo di un campionatore e della microscopia ottica. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura Wet-Dry (deposimetro, vedi ad esempio Figura 4-3) in modalità "Dry-Only", al fine di raccogliere il materiale sedimentabile in assenza di precipitazioni.

Tale materiale viene successivamente valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La Figura 4-4 riportata di seguito si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



Figura 4-3 Campionatore Wet-Dry

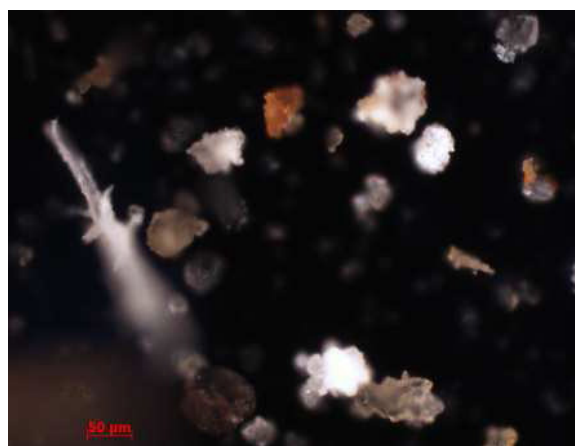


Figura 4-4 Campione di particolato atmosferico al microscopio

Questa tecnica combinata prevede il campionamento su periodi prolungati (tipicamente 7 - 10 gg) del particolato atmosferico sedimentabile, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. In questo modo vengono acquisiti i dati di deposizione di massa ($\text{mg/m}^2 \cdot \text{giorno}$) delle polveri e, attraverso

l'utilizzo di vetrini e microscopio ottico, viene effettuata l'osservazione qualitativa della natura e della distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione delle polveri. Tale osservazione si riferisce, in pratica, a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3 µm circa.

L'analisi automatica dell'immagine permette di acquisire informazioni relative alla distribuzione granulometrica delle polveri e alla loro classificazione/suddivisione in classi di "colore". Tali informazioni vengono tipicamente riportate in tabelle (vedi Tabella 4-1 di esempio) ove sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200 µm di diametro e tre classi di colore (nero, bianco, marrone).

| | | Class 1 | Class 2 | Class 3 | Class 4 | Class 5 | Class 6 | Class 7 | Class 8 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 10 | 10 20 | 20 30 | 30 40 | 40 50 | 50 100 | 100 200 | >200 |
| WHITE ELEMENTS | site 7 | 4152 | 634 | 276 | 144 | 95 | 141 | 27 | 4 |
| | site 10 | 3058 | 483 | 212 | 118 | 72 | 141 | 32 | 4 |
| | site 4 | 2500 | 417 | 207 | 87 | 54 | 47 | 7 | 2 |
| | site 9 | 246 | 45 | 30 | 7 | 9 | 3 | 2 | 1 |
| BLACK ELEMENTS | site 7 | 8696 | 1140 | 306 | 90 | 37 | 33 | 3 | 1 |
| | site 10 | 6852 | 1623 | 665 | 276 | 124 | 92 | 5 | 0 |
| | site 4 | 10576 | 3468 | 1674 | 611 | 229 | 134 | 8 | 0 |
| | site 9 | 2222 | 436 | 169 | 97 | 38 | 55 | 11 | 2 |
| BROWN ELEMENTS | site 7 | 9403 | 717 | 241 | 104 | 53 | 90 | 19 | 1 |
| | site 10 | 5831 | 537 | 195 | 114 | 54 | 86 | 6 | 2 |
| | site 4 | 2412 | 176 | 70 | 34 | 12 | 18 | 1 | 0 |
| | site 9 | 1928 | 37 | 7 | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 |

Tabella 4-1 Esempio di tabella per analisi dimensionale e di colore

L'analisi del colore delle deposizioni atmosferiche avviene tramite il confronto con la tavola dei colori del sistema R.A.L. e la conseguente suddivisione secondo le 3 sopracitate classi di colore, così caratterizzate:

- grigio/nero: associabile principalmente a particolato connesso a sorgenti di tipo antropico, quali emissioni derivanti dall'uso di combustibili fossili (autoveicoli, camini domestici e non), dall'usura di pneumatici, freni e manto stradale, da processi industriali, da termovalorizzazione di rifiuti, ecc.;
- bianco: associabile principalmente a un particolato connesso a sale marino, polvere domestica, materiale da erosione di rocce, ecc.;
- marrone: associabile principalmente a un particolato connesso a lavorazioni agricole con dispersione in atmosfera di terra (sabbia, limo, argilla tipicamente di colore giallastro-marrone), a piante (pollini e residui vegetali) e spore, a materiale di erosione di rocce, ecc.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 27 di 106 |

Resta inteso che la colorazione delle polveri va contestualizzata nell'area di indagine prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio monitorato e le attività ivi presenti.

Composizione chimica (elementi terrigeni)

Per determinare la concentrazione di elementi di origine terrigena (Silicio, Alluminio, Ferro, Calcio, Magnesio, Potassio, Titanio, Fosforo ed altri eventuali) viene effettuata un'analisi chimica del particolato con la tecnica XRF (X-Ray Fluorescence), che consente di individuare gli elementi chimici costitutivi di un campione grazie all'analisi della radiazione X (fluorescenza X caratteristica) emessa dallo stesso in seguito ad eccitazione atomica con opportuna energia. L'analisi è non distruttiva, non richiede alcun tipo di preparazione del campione, può operare in aria e non altera il materiale analizzato.

Nel caso in esame può essere effettuata un'analisi XRF a dispersione di energia (acronimo ED-XRF) con un opportuno spettrometro o, in alternativa, può essere utilizzato un microscopio elettronico a scansione (SEM), nel qual caso l'analisi viene definita SEM-EDX (Energy Dispersive X-ray Analysis). Tali metodiche permettono un'analisi simultanea di molti elementi anche su piccolissime parti di campione, quali quelle derivanti dal campionamento del particolato sedimentabile (deposizioni) su opportuni supporti.

L'analisi qualitativa prevede l'identificazione delle righe X caratteristiche di emissione di ogni elemento chimico (disponibili nella bibliografia scientifica di settore), mentre l'analisi quantitativa richiede di correlare i dati di intensità delle diverse righe X emesse con le analoghe emissioni di campioni standard contenenti quantità conosciute dell'elemento da stimare.

In questo modo viene eseguita la determinazione dei principali elementi terrigeni e l'analisi di detti elementi sotto forma di ossidi per la valutazione della percentuale in massa delle polveri terrigene rispetto alla massa complessiva di particolato. Se necessario questo tipo di analisi può essere svolta anche sulle frazioni PM₁₀ e PM_{2.5} del particolato raccolto tramite campionatori gravimetrici.

Distribuzione granulometrica

L'analisi della distribuzione granulometrica delle polveri compatibilmente alle variazioni dei parametri meteo ed emissivi viene effettuata con contatori ottici (contaparticelle, vedi Figura 4-5) ad alta risoluzione temporale (tipicamente 1 dato al secondo) che coprono l'intervallo sotteso dalle PM₁₀ e PM_{2.5}.



Figura 4-5 – Contaparticelle

Al fine di determinare il rapporto tra particelle fini e grossolane e verificare la loro evoluzione nel tempo, i contaparticelle sfruttano metodi ottici di diffusione/scattering della luce, dove un fascio laser emesso da un diodo (fonte di luce) investe un flusso d'aria di portata nota contenete le particelle in sospensione, mentre al contempo un sensore ottico misura la luce diffusa per restituire il diametro ottico delle particelle e non il diametro aerodinamico equivalente (utilizzato dai campionatori gravimetrici quale metodo di selezione dimensionale). Tali contatori sono generalmente in grado di misurare particelle aventi un diametro minimo di 0.3 μm e un diametro massimo di 10 μm . Alcuni di questi strumenti sono in grado di calcolare la concentrazione di massa equivalente per le frazioni PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ utilizzando apposite curve di calibrazione. Tali misure consentono di verificare il rapporto tra particelle fini e grossolane in integrazione alle analisi gravimetriche e chimiche.

4.1.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi di:

- Ante operam: in assenza di attività di cantiere;
- Corso d'opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere.

Di seguito si riporta il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 29 di 106 |

Monitoraggio ante-operam

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo ed identificazione dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.
- Si prevede di effettuare le misure della fase ante operam entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l'effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

Monitoraggio corso d'opera

Le attività di monitoraggio dovranno essere precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione che sarà eseguita in fase di progetto esecutivo.

Italferr provvederà a confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e a comunicarle agli Enti competenti.

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi per ogni anno di durata dei lavori e sono così definite:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| | | | | | |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 30 di 106 |

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate al Progetto di monitoraggio ambientale (“RS3U40D22P5MA0000001-3A_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio”), con le metodiche di riferimento indicate al par. 0 con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase ante operam (AO)**
 - Durata: 6 mesi
 - Frequenza: due volte nell’anno precedente l’inizio lavori per postazione
- **Fase corso d’opera (CO)**
 - Durata: per tutta la durata dei lavori
 - Frequenza: quattro volte l’anno per tutta la durata dei lavori

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 15 giorni; la tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

| Codice punto | Frequenza | N° campagne Ante Operam (6 mesi) | N° campagne 4,8 anni | Localizzazione |
|--------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------|
| ATC 01 | trimestrale | 2 | 22 | AS.01 |
| ATC 02 | trimestrale | 2 | 22 | AS.08 |
| ATNI 1 | trimestrale | 2 | 22 | SS122bis |
| ATNI 2 | trimestrale | 2 | 22 | SS192 |

Nello stralcio di seguito si riporta la posizione dei punti N.I. (punti “non influenzati” dalle attività di cantiere); nella successiva fase progettuale i punti individuati potranno subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti dei modelli previsionale da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo e di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).

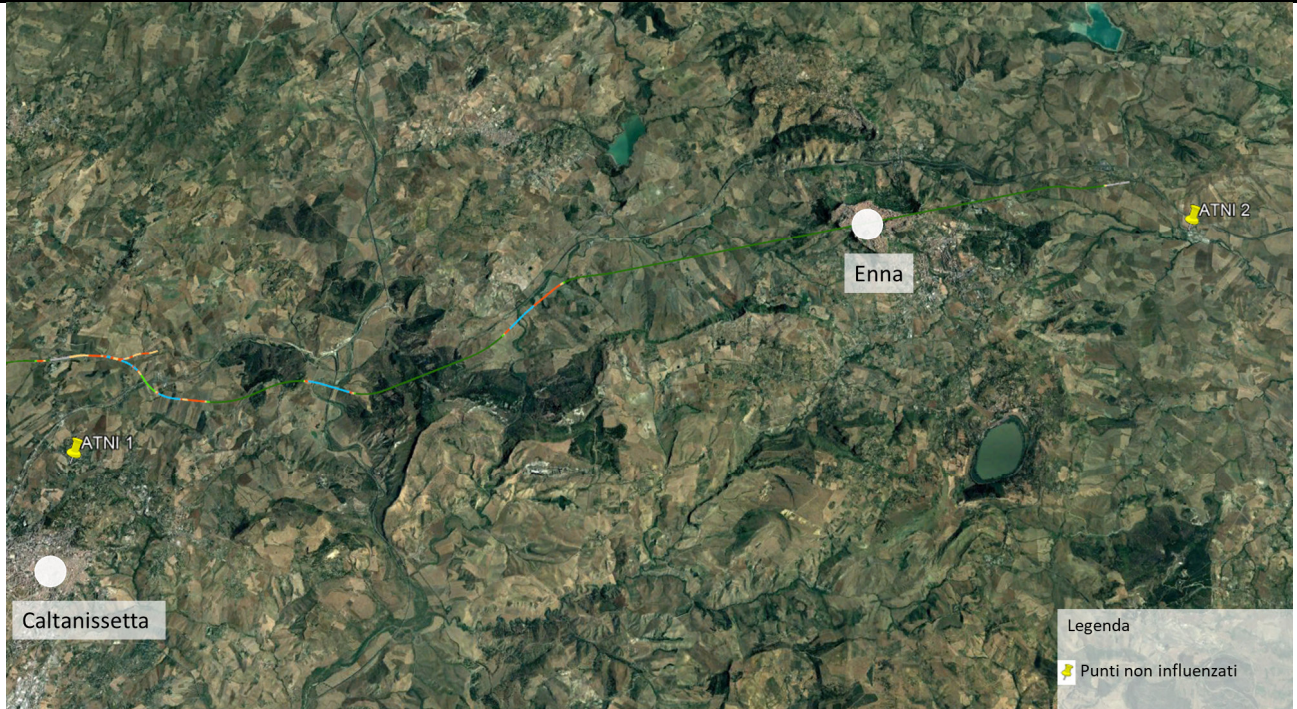


Figura 4-6 Localizzazione dei Punti Non Influenzati - N.I.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 32 di 106 |

4.2 Acque superficiali

4.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale è finalizzato a valutare le eventuali variazioni delle caratteristiche dei corpi idrici dovute alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio AO ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in assenza di eventuali disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

Il monitoraggio in Corso d'Opera (CO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema delle acque superficiali. Inoltre, si pone l'obiettivo di controllare che l'esecuzione dei lavori non induca alterazioni qualitative e in termini di portata del sistema delle acque superficiali.

Nel caso in cui sia evidenziata una possibile correlazione tra il superamento e le lavorazioni di cantiere, il Direttore dei Lavori emette un Ordine di Servizio nei confronti dell'Appaltatore per verificare se tale circostanza sia generata dalle lavorazioni eseguite, dal mancato rispetto o dalla insufficienza delle mitigazioni ambientali. In caso di accertata responsabilità dell'Appaltatore, quest'ultimo provvede ad eliminare le cause di perturbazione dell'ambiente idrico per far rientrare i parametri di indagine nei limiti prestabiliti.

Il monitoraggio Post Operam (PO), ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni subite dal corso d'acqua a seguito delle attività dei cantieri.

Inoltre, il monitoraggio AO, ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche dei corsi d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batterologico e sotto il profilo biologico.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 33 di 106 |

4.2.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

Normativa Comunitaria

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE);
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico;
- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

Normativa Nazionale

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 34 di 106 |

- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) 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 4, dello stesso decreto;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 35 di 106 |

- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Parte Terza del suddetto decreto, concernente: "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008);
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

4.2.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015".

In base ai dettami del documento, le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in ragione della tipologia di opera e della sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita; pertanto l'individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 36 di 106 |

- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro-pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Al fine di eseguire un’analisi a scala di sito e, quindi, strettamente calata sulle emergenze idriche da monitorare, i punti di monitoraggio sono stati individuati secondo il criterio idrologico Monte-Valle (M-V) rispetto ai corsi d’acqua interessati dalle attività di cantiere, così da poter valutare le variazioni di specifici parametri/indicatori derivanti da un’eventuale contaminazione connessa a dette attività (ad esempio a seguito di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti). Tali punti di indagine rimangono fissi per tutte le fasi di monitoraggio, previa verifica che nel tratto ricompreso non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d’acqua.

Per quanto specificatamente riguarda le acque di ruscellamento delle aree di cantiere destinate allo stoccaggio temporaneo delle terre, si specifica che la loro gestione, qualora presenti, sarà regolamentata nel momento in cui l’appaltatore chiederà le necessarie autorizzazioni per la raccolta, smaltimento e/o scarico presso le autorità competenti.

4.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, la scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione alla valutazione dell’obiettivo di “non deterioramento” delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Dal momento che non si può escludere a priori che la realizzazione delle opere in progetto non comprometta il raggiungimento degli “obiettivi di qualità” e/o variazioni di “stato/classe di qualità” del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, verranno utilizzati gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i..

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

- Indagini quantitative: misure di portata;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 37 di 106 |

- Indagini qualitative, a loro volta articolate in:
 - Parametri chimico-fisici
 - Parametri chimici e batteriologici
 - Parametri biologici e fisiografico-ambientali

Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche, pertanto verrà rilevato il seguente parametro:

- **Portata (in situ)**

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**

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

- Temperatura acqua
- Temperatura aria
- pH
- Conducibilità elettrica
- Ossigeno disciolto
- Solidi disciolti totali (TDS)
- Solidi sospesi totali (TSS)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 38 di 106 |

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali e può variare a seguito del rilascio/scarico di sostanze acide e/o basiche.

La conducibilità elettrica varia in funzione del contenuto di sali disciolti, quindi è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e solubilità delle rocce a contatto con le acque, ma può variare in maniera importante in presenza di inquinanti.

La concentrazione di ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali/parametri ambientali, quali: pressione atmosferica, temperatura, salinità, attività fotosintetica, condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni del contenuto di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli, infatti una carenza di ossigeno può indicare la presenza di sostanza organica o inorganica riducente. La solubilità dell'ossigeno varia sensibilmente in funzione della temperatura e della pressione barometrica, pertanto i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni registrate al momento del prelievo. Anche la presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne.

I solidi sospesi totali sono indicativi, anche in associazione alla torbidità rilevata strumentalmente e alla misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo e/o l'erosione del suolo/sponda (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, cava o discarica, dissesti, ecc.). Concentrazioni elevate di solidi in sospensione per tempi prolungati possono avere ripercussioni sulla quantità degli habitat per i macroinvertebrati e la fauna ittica.

• **Parametri chimici e microbiologici acqua**

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Calcio
- Sodio

- Potassio
- Magnesio
- Cloruri
- Cloro attivo
- Fluoruri
- Solfati
- Bicarbonati
- Nitrati
- Nitriti
- Ammonio
- Ferro
- Cromo VI
- Cromo totale
- Idrocarburi Btex
- Idrocarburi Totali
- Piombo
- Zinco
- Rame
- Nichel
- Cadmio

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione dovuti ad attività di cantiere, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCL) come



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 40 di 106 |

correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno.

Cromo, Nichel, Zinco sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare. Il Cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua ed è correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

- STAR.ICMI
- Indice NISECI

Lo STAR-ICMI è un indice che viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza riscontrabili nei siti fluviali. L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali, e viene espresso in Rapporto di Qualità ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente ad un "bianco" per la tipologia di corpo idrico considerato.

L'indice NISECI (Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche) utilizza come principali criteri per la valutazione dello stato ecologico di un determinato corso d'acqua la naturalità della comunità ittica (intesa come completezza della composizione in specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico), e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le specie indigene attese e negativamente per le aliene), in termini di abbondanza e struttura di popolazione tali da garantire la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive. Tale metodo di valutazione della fauna ittica per la classificazione dei corpi idrici fluviali, oltre alle metriche definite dalla WFD (composizione, abbondanza e struttura di età), prende in considerazione anche la presenza di specie endemiche e quella di specie aliene e di ibridi.

Per il monitoraggio delle acque superficiali sono stati selezionati dei parametri-indicatori tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi, in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella di seguito e sarà utilizzato per le fasi : AO, CO e PO.

Tabella 4-2 Acque superficiali: Parametri da monitorare (fasi AO, CO e PO)

| Parametro | Metodo | U.M. |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Temperatura acqua | APAT2100-campo | °C |
| Temperatura aria | Strumentale - campo | °C |
| pH | APAT2060-campo | upH |
| Conducibilità elettrica | APAT2030-campo | µS/cm |
| Ossigeno disciolto | ASTM D888-campo | mgO ₂ /l |
| Solidi disciolti Totali (TDS) | UNI 15216 | mg/l |
| Solidi Sospesi Totali (TSS) | APAT2090 B | mg/l |
| Portata | Correntometro - strumentale | mc/s |
| Calcio | EPA 6010D | mg/l |
| Sodio | EPA 6010D | mg/l |
| Potassio | EPA 6010D | mg/l |
| Magnesio | EPA 6010D | mg/l |
| Cloro attivo | APAT4080 | mg/l |
| Fluoruri | APAT4020 | mg/l |
| Solfati | APAT4020 | mg/l |
| Bicarbonati | APAT2010B | mg/l |
| Nitrati | APAT4020 | mg/l |
| Nitriti | APAT4020 | mg/l |
| Ammonio | APAT 4030 B | mg/l |
| Ferro | EPA6020 | µg/l |
| CromoVI | EPA7199 | µg/l |
| Cromo totale | EPA6020 | µg/l |
| Bt _{exts} | EPA5030 + EPA8260 | µg/l |

| Parametro | Metodo | U.M. |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------|
| idrocarburi totali (cone n-esano) | EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377 | mg/l |
| Piombo | EPA6020 | mg/l |
| Zinco | EPA6020 | mg/l |
| Rame | EPA6020 | mg/l |
| Nichel | EPA6020 | µg/l |
| Cadmio | EPA6020 | mg/l |
| Indice STAR-ICMI | MANUALE ISPRA 2017 | - |
| Indice NISECI | Protocollo Ispra | - |

Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati nella sezione analizzata, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

4.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Misure di Portata

Nelle campagne di misura, il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del corso d'acqua.

La rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità; quando, per via delle condizioni idrologiche, non sarà possibile utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante.

Le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo, eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata.

Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 43 di 106 |

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato). Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- Micromulinello con elica da 5 cm
 - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
 - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;
 - Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$;
 - Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $2.5+(altezza-5)/3$, prof= $2.5+(altezza-5)*2/3$;
 - Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a prof= $2.5+(altezza-5)/4$, prof= $2.5+(altezza-5)*2/4$, prof= $2.5+(altezza-5)*3/4$;
 - Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
 - Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
 - Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
 - Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a prof= $6+(altezza-12)/2$;
 - Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $6+(altezza-12)/3$ e prof= $6+(altezza-12)*2/3$.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
 - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
 - Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
 - Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a prof= $6+(altezza-18)/2$;
 - Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a prof= $6+(altezza-18)/3$ e prof= $6+(altezza-18)*2/3$;
 - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a prof= $6+(altezza-18)/4$, prof= $6+(altezza-18)*2/4$, prof= $6+(altezza-18)*3/4$;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 44 di 106 |

- Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
 - Da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a è cm di profondità;
 - Da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
 - Da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a $prof=6+(altezza-26)/2$;
 - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a $prof=6+(altezza-26)/3$ e $prof=6+(altezza-26)*2/3$;
 - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a $prof=6+(altezza-26)/4$, $prof=6+(altezza-26)*2/4$, $prof=6+(altezza-26)*3/4$;
 - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà 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.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento saranno 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.

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

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);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 45 di 106 |

- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

Indice STAR ICM1

L'indice STAR-ICMI è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità ricchezza, ad ogni metrica viene attribuito un peso differente. **Si riportano di seguito maggiori informazioni circa le sei metriche:**

| Tipo di informazione | Tipo di metrica | Nome della metrica | Taxa considerati nella metrica | Rif. bibliografico | Peso |
|-------------------------|---------------------------------------|---|---|---|-------|
| Tolleranza | Indice | ASPT | Intera comunità (livello di famiglia) | Armitage et al. 1983 | 0,333 |
| Abbondanza/ Habitat | Abbondanza | Log ₁₀ (Sel_EPTD+1) | Log ₁₀ (somma di Heptagenidae, Ephemerae, Leptophlebiae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1) | Buffagni et al. 2004; Buffagni & Erba, 2004 | 0,266 |
| Ricchezza/ Diversità | Abbondanza | 1-GOLD | 1-(Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera) | Pinto et al. 2004 | 0,067 |
| Numero taxa | Numero totale di famiglie | Somma di tutte le famiglie presenti nel sito | | Ofenböck et al. 2004 | 0,167 |
| Numero taxa | Numero di famiglie EPT | Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera | | Böhmer et al. 2004 | 0,083 |
| Indice diversità | Indice di diversità di Shannon-Wiener | $D_{s-w} = -\sum(n_i/A) \cdot \ln(n_i/A)$ | | Hering et al. 2004; Böhmer et al. 2004 | |

Tabella 4-3 Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

| Tipo di informazione | Tipo di metrica | Metrica | Descrizione e taxa considerati | Peso |
|-------------------------|------------------|---------------------------------------|--|-------|
| Tolleranza | Indice | ASPT | Intera comunità (livello di Famiglia) | 0.333 |
| Abbondanza/ Habitat | Abbondanza | Log ₁₀ (Sel_EPTD +1) | Log ₁₀ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1) | 0.266 |
| | Abbondanza | 1-GOLD | 1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera) | 0.067 |
| Ricchezza /Diversità | Numero taxa | Numero totale di Famiglie | Somma di tutte le famiglie presenti nel sito | 0.167 |
| | Numero taxa | Numero di Famiglie di EPT | Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera | 0.083 |
| | Indice Diversità | Indice di diversità di Shannon-Wiener | $D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A}\right) \cdot \ln\left(\frac{n_i}{A}\right)$ (sull'intera comunità) | 0.083 |

L'indice STAR-ICMI viene espressa in Rapporto di qualità ecologica (RQE) dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1 .

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

- Calcolo dei valori grezzi che compongono l'indice;
- Conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE;
- Calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella tabella 8;
- Normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore di STAR-ICMI calcolato viene attribuito un giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità dell'indice in 5 classi di qualità.

Indice NISECI

Lo stato ecologico di un corpo idrico può essere considerato come la misura degli effetti dell'attività umana sugli ecosistemi acquatici ed è misurato mediante elementi di qualità biologici, supportato da elementi idromorfologici e fisico-chimici. Per la definizione dello stato ecologico di fiumi e laghi, la Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) prende in considerazione elementi biologici riferiti ai diversi livelli trofici: flora acquatica (fitoplancton, fitobenthos, macrofite), macroinvertebrati

bentonici, fauna ittica, di quest'ultima valutandone, per i fiumi, composizione tassonomica, abbondanza e struttura della popolazione. La classificazione di ciascun corpo idrico viene effettuata mediante l'espressione di un singolo giudizio complessivo, definito "Stato ecologico", che viene calcolato mediante l'attribuzione del giudizio più basso tra gli elementi di qualità biologici considerati (principio "one out/all out").

Lo stato di qualità viene espresso come rapporto di qualità ecologica (RQE) calcolato rapportando "i valori dei parametri biologici riscontrati in un dato corpo idrico superficiale a quelli costatabili nelle condizioni di riferimento applicabili al medesimo corpo" (Direttiva 2000/60/CE, Allegato V, punto 1.4.1). L'RQE, varia da 0 (stato pessimo) a 1 (stato elevato) e viene suddiviso in 5 intervalli corrispondenti ad altrettante classi di stato ecologico.

Gli indici elaborati per l'implementazione della WFD, in Italia così come a livello europeo, sono in linea di massima di tipo multimetrico: si tratta quindi di indici che integrano tra loro differenti metriche, calcolate utilizzando elenchi floristici e faunistici redatti sulla base di campionamenti effettuati secondo modalità standardizzate (ISPRA, 2014).

La condizione di riferimento (corrispondente allo stato ecologico elevato), rispetto alla quale vengono confrontate le comunità ittiche osservate, è rappresentata da una comunità in cui siano presenti tutte le specie autoctone attese, con popolazioni in buona condizione biologica, e siano assenti specie aliene o ibridi.

Struttura dell'indice

La formulazione multimetrica dell'indice, il cui valore varia, così come quello di tutte le metriche e sub metriche costitutive, tra 0 e 1, è data da:

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left(0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

dove: x_1 = metrica "presenza/assenza di specie indigene"

x_2 = metrica "condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone"

x_3 = metrica "presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene"



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 48 di 106 |

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ovvero il rapporto tra lo stato della comunità ittica osservata e quello della corrispondente comunità di riferimento, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna delle 5 classi previste. La relazione tra NISECI e RQE_{NISECI} è stata ottenuta tramite simulazione di 21000 casi, nel corso della quale le 3 metriche dell'indice sono state fatte variare da 0 a 1 per incrementi di 0.1:

$$RQE_{NISECI} = (\log NISECI + 1.1283)/1.0603$$

Poiché la classificazione dello stato ecologico deve essere espressa in 5 classi, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna classe, suddivisi tra area alpina e area mediterranea:

| Stato ecologico | Area alpina | Area mediterranea |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Elevato | $0.80 \leq RQE_{NISECI}$ | $0.80 \leq RQE_{NISECI}$ |
| Buono | $0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$ | $0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$ |
| Moderato | $0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$ | $0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$ |
| Scadente | $0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$ | $0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$ |
| Cattivo | $RQE_{NISECI} < 0.20$ | $RQE_{NISECI} < 0.20$ |

La metrica **presenza/assenza di specie indigene** confronta la composizione specifica della comunità ittica autoctona osservata con quella attesa.

La **condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone** attese presenti è data dall'integrazione tra struttura di popolazione e consistenza demografica o abbondanza. Il valore totale della metrica viene calcolato come la media dei valori calcolati per ciascuna specie.

Per la metrica **Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene**, le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona. Gli elenchi delle specie appartenenti ai tre diversi gruppi sono riportati nell'Allegato 3 del Manuale e linee guida 159/2017 "Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)" pubblicato da ISPRA, sulla base delle valutazioni effettuate da Zerunian et al. (2009).



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 49 di 106 |

Per quanto riguarda il metodo di calcolo delle metriche e submetriche, si farà riferimento al documento su citato dell'ISPRA (Manuale e linee guida 159/2017 "Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)").

4.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio dei corpi idrici superficiali è eseguito nelle 3 fasi AO, CO e PO e, per ogni fase, prevede:

- analisi chimico-fisiche speditive in-situ, campionamenti e analisi chimiche di laboratorio con frequenza trimestrale
- una campagna di rilievo degli indici IFF, ISECI e STAR-ICMI

Per le fasi AO e PO è prevista una durata di 6 mesi, mentre per la fase di CO è prevista una durata di circa 4,8 anni.

La frequenza del monitoraggio in CO e in PO può variare in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei corsi d'acqua interessati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO. Inoltre, per quanto riguarda la fase CO, le indagini sono svolte a seguito dell'inizio delle lavorazioni che possono avere delle ricadute sui corpi idrici monitorati.

Il Monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, si esegue attraverso una sezione, composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto.

I due punti di monitoraggio a monte ed a valle saranno sempre gli stessi nelle tre fasi AO, CO e PO, previa verifica che nel tratto compreso tra esse non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata al Progetto di Monitoraggio Ambientale ("*RS3U40D22P5MA0000001-3B_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio*") con le metodiche prima riportate e secondo durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase Ante operam (AO)**
 - Durata: 6 mesi
 - Frequenza: trimestrale, 2 volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 50 di 106 |

– Nella fase di AO sarà svolta una campagna di rilievo degli indici NISECI, STAR-ICMI e IFF

• **Fase Corso d'opera (CO)**

- Durata: per tutta la durata dei lavori
- Frequenza: trimestrale, 4 volte l'anno per tutta la durata dei lavori
- Nella fase di CO sarà svolta una campagna annuale di rilievo degli indici NISECI, STAR-ICMI e IFF

• **Fase Post operam (PO)**

- Durata: 6 mesi
- Frequenza: trimestrale, 2 volte nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura
- Nella fase di PO al fine di verificare le risposte sui rilievi effettuati sarà effettuata una campagna di rilievo degli indici NISECI, STAR-ICMI e IFF.

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei diversi corsi d'acqua impattati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

Tabella 4-4 Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali

| MISURE | POSIZIONE | CORSO D'ACQUA DA MONITORARE/PK | ANTE OPERAM (6 MESI) | CORSO D'OPERA N. CAMPAGNE | POST OPERAM (6 MESI) |
|--------|-----------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| ASU_01 | Monte | pk 3+030 | Semestrale | 22 | Semestrale |
| ASU_02 | Valle | | | | |
| ASU_03 | Monte | Fiume Salso pk 7+060 | Semestrale | 22 | Semestrale |
| ASU_04 | Valle | | | | |
| ASU_05 | Monte | Fiume Morello pk 12+133 | Semestrale | 22 | Semestrale |
| ASU_06 | Valle | | | | |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 51 di 106 |

4.3 Acque sotterranee

4.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

4.3.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

Normativa Comunitaria

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

Normativa nazionale

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 52 di 106 |

4.3.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015", in linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;
- zone interessate da rilevanti opere in sottterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell'interfaccia acqua dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;
- corsi d'acqua superficiali in interconnessione con la falda;
- aree di particolare sensibilità e rilevanza ambientale e/o socio-economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);
- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti etc;
- aree di captazione idrica;
- aree per le quali si prevedono rilevanti opere in sottterraneo, aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili,

In tal senso, nel caso in specie il criterio sulla scorta del quale localizzare i punti di monitoraggio ha tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche del contesto territoriale di intervento, così come definite nella Carta Idrogeologica (RS3T30D69N5GE0002001-8C), e delle opere e delle lavorazione previste, privilegiando, nella scelta degli areali di localizzazione di detti punti, quelli nei quali le aree di lavoro interessano zone aventi grado di permeabilità maggiore rispetto a quello individuato lungo l'intero tracciato in progetto.

I punti di monitoraggio sono determinati individuando, per ognuno dei suddetti areali, una coppia di punti di rilevazione disposti secondo il criterio Monte-Valle rispetto alla direzione di deflusso della falda. In questo

modo sarà possibile valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo, ed individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro e, conseguentemente, valutare se tali impatti siano riconducibili alla realizzazione dell’opera.

La rete di monitoraggio, come riportato in Tabella 4-5, è costituita da:

- 24 postazioni di rilievo utilizzate in coppia (M-V).

Qualora emerga la necessità di installare ulteriori punti, l’esatta ubicazione è stabilita in situ tenendo in considerazione le lavorazioni e le opere da realizzare nell’area, cioè posizionando ogni piezometro in una zona protetta da danni accidentali o atti di vandalismo e al contempo facilmente accessibile. I piezometri di nuova realizzazione saranno installati in modo tale da intercettare la falda, quindi presenteranno un tratto filtrante compatibile con lo spessore dell’acquifero.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 4-5 e localizzati nella “*Planimetria di localizzazione punti monitoraggio*” (RS3U40D22P5MA0000001-3B).

Tabella 4-5 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee

| MISURE | TIPOLOGIA | PROGR. KM | SOGGIACENZA DAL P.C. [M] | DATA | CODICE SONDAGGIO | CANTIERE/OPERA DA MONITORARE |
|--------|-----------|-----------|--------------------------|---------|------------------|------------------------------|
| ASO 01 | Monte | 1+300 | - 7,95 | 10/2019 | 4a-S06/S06bis | VI51/VI02 |
| ASO 02 | Valle | | - 8,27 | | 4a-S04 | |
| ASO 03 | Monte | 1+700 LS | - | 06/2018 | Nuovo piezometro | VI52 |
| ASO 04 | Valle | | - 29,76 | | 4S01 | |
| ASO 05 | Monte | 1+950 | - 5,82 | 10/2019 | 4a-S08 | VI03 |
| ASO 06 | Valle | | - | | Nuovo piezometro | |
| ASO 07 | Monte | 2+075 | - 4,70 | 10/2019 | 4a-S11 | VI04 |
| ASO 08 | Valle | | - | | Nuovo piezometro | |
| ASO 09 | Monte | 2+600 | - | - | 4a-S13 | GA01 |
| ASO 10 | Valle | | - 15,98 | 06/2018 | 4S02 | |
| ASO 11 | Monte | 3+050 | - | - | 4a-S15 | VI05 |
| ASO 12 | Valle | | - | | Nuovo piezometro | |
| ASO 13 | Monte | 6+075 | - | - | 4a-GN01-S05 | GN01 |

| MISURE | TIPOLOGIA | PROGR. KM | SOGGIACENZA DAL P.C. [M] | DATA | CODICE SONDAGGIO | CANTIERE/OPERA DA MONITORARE |
|--------|-----------|-----------|--------------------------|---------|------------------|------------------------------|
| ASO 14 | Valle | | - | | Nuovo piezometro | |
| ASO 15 | Monte | 7+060 | - | - | 4a-S21 | VI06 |
| ASO 16 | Valle | | - | | Nuovo piezometro | |
| ASO 17 | Monte | 9+000 | - | - | 4S05 | GN02 |
| ASO 18 | Valle | | - | | 4a-GN02-S08 | |
| ASO 19 | Monte | 12+133 | - 1,30 | 10/2019 | 4a-S26 | VI07 |
| ASO 20 | Valle | | - | | Nuovo piezometro | |
| ASO 21 | Monte | 15+000 | - 14,4/- 14,3 | 06/2018 | 4a-GN3-S13/S13a | GN03 |
| ASO 22 | Valle | | - 65,22 | 10/2019 | 4S08 | |
| ASO 23 | Monte | 18+000 | - 56,40 | 10/2019 | 4a-GN3-S14 | GN03 |
| ASO 24 | Valle | | - | | 4a-GN3-S15 | |

Si specifica che 17 punti di misura risultano corrispondenti ai sondaggi effettuati per precedenti campagne geognostiche; i restanti 7 punti sono nuovi piezometri che andranno eseguiti in tempo utile per poter permettere le attività di monitoraggio Ante Operam.

4.3.4 Parametri oggetto del monitoraggio

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

Indagini quantitative

- *livello piezometrico su pozzi*

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 55 di 106 |

la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto, all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Temperatura*
- *pH*
- *Conducibilità*

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali)

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Calcio*
- *Sodio*
- *Potassio*
- *Magnesio*
- *Cloruri*
- *Cloro attivo*
- *Fluoruri*
- *Solfati*



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 56 di 106 |

- *Bicarbonati*
- *Nitrati*
- *Nitriti*
- *Ammonio*
- *Solidi disciolti totali (TDS)*
- *Solidi sospesi totali (TSS)*

Elementi in traccia

- *Ferro*
- *Cromo totale*
- *Piombo*
- *Zinco*
- *Rame*
- *Nichel*
- *Cadmio*

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella Tabella 4-6.

I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO). Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

Tabella 4-6 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

| ATTIVITÀ DI CAMPO | METODICA | U.M. |
|--|----------------------------------|------------------------|
| Misura del livello statico/piezometrico | - | |
| Misure speditive dei parametri chimico-fisici | Multiparametrica | |
| Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche | - | |
| INDAGINI DI LABORATORIO | | |
| Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici: | | |
| <i>calcio</i> | EPA6010 | mg/l |
| <i>sodio</i> | EPA6010 | mg/l |
| <i>potassio</i> | EPA6010 | mg/l |
| <i>magnesio</i> | EPA6010 | mg/l |
| <i>cloruri</i> | APAT4020 | mg/l |
| <i>cloro attivo libero</i> | APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003 | mg/l |
| <i>fluoruri</i> | APAT4020 | µg/l |
| <i>solfati</i> | APAT4020 | mg/l |
| <i>bicarbonati</i> | APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003 | meq/l HCO ₃ |
| <i>nitrati</i> | APAT4020 | mg/l |
| <i>nitriti</i> | APAT4020 | µg/l |
| <i>ammonio</i> | APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003 | mg/l |
| <i>solidi disciolti totali (TDS)</i> | UNI EN 15216:2008 | mg/l |
| <i>Solidi sospesi totali (TSS)</i> | APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003 | mg/l |
| <i>ferro</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>cromo totale</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>piombo</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>zinco</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>rame</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>nicel</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>cadmio</i> | EPA6020 | µg/l |
| <i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i> | EPA5021 8015 UNI 9377 | µg/l |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 58 di 106 |

4.3.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio

Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro 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.

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. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro)
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche.

Nello specifico, lo spurgo viene eseguito mediante la tecnica del basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 59 di 106 |

Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.).

Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. 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 questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero ed il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua ed altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, 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.

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

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro
- data e ora del campionamento



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 60 di 106 |

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

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

4.3.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole “RS3U40D22P5MA0000001-3B_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio” con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase Ante operam (AO)**
 - Durata: 6 mesi
 - Frequenza: trimestrale, per un totale di 2 campagne da eseguirsi nei 6 mesi precedenti l'inizio lavori
- **Fase Corso d'opera (CO)**
 - Durata: per tutta la durata dei lavori (circa 4,8 anni)
 - Frequenza: trimestrale, per un totale di 4 campagne/anno per tutta la durata dei lavori
- **Fase Post operam (PO)**
 - Durata: 6 mesi
 - Frequenza: trimestrale, per un totale di 2 campagne da eseguirsi nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

Tabella 4-7 Acque sotterranee: Programmazione del monitoraggio

| MISURE | TIPOLOGIA | | OPERA DA MONITORARE | Ao (6 MESI) | Co (4,8 ANNI) | Po (6 MESI) |
|--------|-----------|----------|------------------------|----------------|------------------|----------------|
| ASO 01 | Monte | 1+300 | VI51/VI02 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 02 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 03 | Monte | 1+700 LS | VI52 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 04 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 05 | Monte | 1+950 | VI03 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 06 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 07 | Monte | 2+075 | VI04 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 08 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 09 | Monte | 2+600 | GA01 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 10 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 11 | Monte | 3+050 | VI05 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 12 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 13 | Monte | 6+075 | GN01 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 14 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 15 | Monte | 7+060 | VI06 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 16 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 17 | Monte | 9+000 | GN02 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 18 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 19 | Monte | 12+133 | VI07 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 20 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 21 | Monte | 15+000 | GN03 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 22 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 23 | Monte | 18+000 | GN03 | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |
| ASO 24 | Valle | | | 2 volte | Trimestrale | 2 volte |

4.4 Suolo e sottosuolo

4.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo e sottosuolo ha la funzione di:

- garantire il controllo della qualità del suolo intesa come capacità agro-produttiva e fertilità
- rilevare eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori
- garantire un adeguato ripristino ambientale delle aree di cantiere

Le attività di monitoraggio consentono di valutare le eventuali modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni nelle aree sottoposte ad occupazione temporanea dai cantieri, dove possono avvenire modifiche delle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni per: compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, sversamenti accidentali.

In tal senso, si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:

- ante-operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso agricolo delle aree occupate temporaneamente dai cantieri
- post-operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva

4.4.2 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento in accordo alla quale il presente progetto di monitoraggio è stato redatto fa riferimento ai criteri adottati dagli organismi nazionali ed internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM (2002) 179 del 16 aprile 2002;



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 63 di 106 |

- Legge 7 agosto 1990 n. 253 “Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)”.

4.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La componente “suolo” viene indagata al fine di valutare le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Per tale motivo i punti di campionamento vengono scelti in quelle aree in cui si prevede, al termine della fase di corso d'opera, un ripristino delle preesistenti condizioni ambientali

Coerentemente con l'obiettivo di verificare l'impatto delle aree di cantiere sulla componente in oggetto, il monitoraggio del suolo riguarderà in particolare le aree di cantiere che insistono su aree, allo stato ante operam destinate ad uso agricolo, per le quali sia prevista una pavimentazione ancorché temporanea, e delle quali sia previsto il ripristino allo stato ex ante al termine dei lavori.

I punti di monitoraggio in situ sono localizzati in corrispondenza di quelle aree di cantiere che insistono su aree allo stato ante operam non artificializzate, per le quali sia prevista una pavimentazione ancorché temporanea, e delle quali sia previsto il ripristino allo stato attuale al termine dei lavori.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati “RS3U40D22P5MA0000001-3B_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio”.

Per quanto specificatamente riguarda le aree di cantiere adibite allo stoccaggio delle terre e rocce da scavo che saranno gestite in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, si specifica che le modalità di loro gestione e, con essa, anche le attività di monitoraggio sono dettagliate all'interno del Piano di Utilizzo dei materiali da scavo, redatto in conformità al predetto decreto ed al quale si rimanda ai fini di ogni approfondimento.

4.4.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Per le fasi di ante operam e post operam sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici
- parametri chimico – fisici

- parametri chimici
- parametri topografico-morfologici e piezometrici

Più in dettaglio, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (di larghezza di almeno 2 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per ogni punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo e pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda.

Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl.

Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ossia rispettivamente: prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, al fine di verificare le caratteristiche dei suoli riportati.

Tabella 4-8 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi ao e po)

| PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO) | |
|--|-------------------------|
| Parametri pedologici | Esposizione |
| | Pendenza |
| | Uso del suolo |
| | Microrilievo |
| | Pietrosità superficiale |
| | Roccosità affiorante |
| | Fenditure superficiali |

| PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO) | |
|--|---------------------------------|
| | Vegetazione |
| | Stato erosivo |
| | Permeabilità |
| | Classe di drenaggio |
| | Substrato pedogenetico |
| | Profondità falda |
| Parametri chimico – fisici (rilevi e misure in situ e/o in laboratorio) | Designazione orizzonte |
| | Limiti di passaggio |
| | Colore allo stato secco e umido |
| | Tessitura |
| | Struttura |
| | Consistenza |
| | Porosità |
| | Umidità |
| | Contenuto in scheletro |
| | Concrezioni e noduli |
| | Efflorescenze saline |
| | Fenditure o fessure |
| | Ph |
| PARAMETRI CHIMICI (Analisi di laboratorio) | Capacità di scambio cationico |
| | Azoto totale |
| | Azoto assimilabile |
| | Fosforo assimilabile |
| | Carbonati totali |
| | Sostanza organica |
| | Capacità di ritenzione idrica |
| | Conducibilità elettrica |
| | Permeabilità |
| | Densità apparente |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 66 di 106 |

4.4.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Generalità

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; HODGSON, J.M. (ed.) (1997) – Soil survey field handbook. SoilSurv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [GUAITOLI F., MATRANGA M.G., PALADINO A., PERCIABOSCO M., PUMO A., COSTANTINI E.A.C. (1998) - Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S. Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Preliminarmente allo scavo si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stazionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) ed agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 67 di 106 |

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell'ambito del sistema informativo di gestione del progetto

Profilo del suolo

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza), sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5–7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofitiche (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 68 di 106 |

asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta “a coltello” (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l’individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l’altra metà in condizioni secche). Il “make up” preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l’architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all’esame visivo dell’insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e la analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto

Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all’intorno dell’osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio, per esso dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- 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 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

| COD. | DESCRIZIONE |
|------|--|
| RA | Da ribaltamento di alberi |
| AG | Da argille dinamiche (ad es. Gilgai) |
| CE | Cuscinetti erbosi (crionivali) |
| CP | "suoli" poligonali (crionivali) |
| CT | Terrazette (crionivali) |
| CS | "suoli" striati (crionivali) |
| MM | Cunette e rilievi da movimenti di massa |
| AL | Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici) |
| Z | Assente |

- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

| COD. | DESCRIZIONE |
|------|---|
| 0 | Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area) |
| 1 | Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area) |
| 2 | Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere |
| 3 | Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile |
| 4 | Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina |

| COD. | DESCRIZIONE |
|------|---|
| 5 | Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area |
| 6 | Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area |
| 7 | Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area |

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 mq il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno aerea 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 attribuibile allo stato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

| SCALA NUMERICA | GRANULOMETRIA | PERMEABILITÀ |
|----------------|-----------------------------|--------------|
| 6 | Ghiaie lavate | Molto alta |
| 5 | Ghiaie/sabbie grosse | Alta |
| 4 | Sabbie medie/sabbie gradate | Medio alta |
| 3 | Sabbie fini/sabbie limose | Media |
| 2 | Sabbie argillose | Medio bassa |
| 1 | Limi/limi argillosi | Bassa |
| 0 | Argille | Molto bassa |

Classe di drenaggio: a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

| CLASSE | DESCRIZIONE |
|--------|---|
| Rapido | L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente |

| CLASSE | DESCRIZIONE |
|----------------------|--|
| Moderatamente rapido | L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente |
| Buono | L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente |
| Mediocre | In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente |
| Lento | L'acqua è rimossa dal suolo lentamente |
| Molto lento | L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita |
| Impedito | L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita |

Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

Si riferisce al suolo e al suo profilo, e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati ed ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998);
- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma);
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "Soil Taxonomy - U.S.D.A.":

| Classe tessiturale (codice) |
|-----------------------------|
| Sabbiosa (S) |
| Sabbioso franca (SF) |
| Franco sabbiosa (FS) |

| Classe tessiturale (codice) |
|---------------------------------|
| Franca (F) |
| Franco limosa (FL) |
| Limosa (L) |
| Franco sabbioso argillosa (FSA) |
| Franco argillosa (FA) |
| Franco limoso argillosa (FLA) |
| Argillosa (A) |
| Argilloso sabbiosa (AS) |
| Argilloso limosa (AL) |

- **Struttura:** entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- **Consistenza:** caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- **Porosità:** vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";
- **Umidità:** condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

| Codice | Descrizione |
|--------|-------------|
| 1 | Asciutto |
| 2 | Poco umido |
| 3 | Umido |
| 4 | Molto Umido |
| 5 | Bagnato |

- **Contenuto in scheletro:** frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);

- Concrezioni e noduli: presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità";
- Efflorescenze saline: determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

| Codice | Descrizione | Stima quantità carbonato di calcio |
|--------|----------------------------|------------------------------------|
| 0 | Nessuna effervescenza | $\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$ |
| 1 | Effervescenza molto debole | $\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$ |
| 2 | Effervescenza debole | $\text{CaCO}_3 1 \div 2\%$ |
| 3 | Effervescenza forte | $\text{CaCO}_3 \approx 5\%$ |
| 4 | Effervescenza molto forte | $\text{CaCO}_3 \geq 10\%$ |

- Fenditure o Fessure: vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza";
- pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.

I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

Formazione dei campioni per analisi chimico – fisiche

Il campionamento per le analisi di laboratorio sarà condotto immediatamente a seguito dello scavo del profilo o della trivellata.

Per ciascun campione di suolo si preleverà un quantitativo di materiale di 4÷5 kg di peso, nel caso dei profili si opererà nello spaccato del profilo stesso con vanga e/o paletta in modo da staccare aliquote di materiale equilibrate lungo l'intero intervallo di campionatura prescelto; criterio analogo si seguirà per il campionamento delle trivellate.

Dal materiale di ciascun campione, raccolto in un contenitore (secchio), mescolato ed omogeneizzato, sarà prelevato (operando prelievi casuali in tutta la massa di terreno) 1 subcampione di 500 g da destinare alle analisi chimico-fisiche.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 74 di 106 |

Ogni subcampione sarà inserito in un recipiente di vetro a chiusura ermetica, eventualmente scuro, di volume adeguato. I recipienti saranno riempiti fino all'orlo, sigillati ed etichettati.

Tutte le fasi di raccolta e confezionamento del campione richiedono l'uso di guanti e/o attrezzatura monouso

L'etichetta del campione riporterà almeno le seguenti informazioni:

- data di campionamento;
- località ed eventuale opera;
- sigla del punto di indagine profilo/trivellata;
- sigla del campione;
- profondità di campionamento;

I campioni saranno conservati a bassa temperatura ($t < 4^{\circ}\text{C}$) e tempestivamente trasmessi ai laboratori di analisi

Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

- Capacità di scambio cationico: valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria:

| Capacità Scambio Cationico (C.S.C.) | |
|-------------------------------------|-----------------|
| Bassa | < 10 meq/100 g |
| Media | 10÷20 meq/100 g |
| Elevata | 20÷30 meq/100 g |
| Molto elevata | > 30 meq/100 g |

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal;
- Azoto assimilabile;

- Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5;
- Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO₂ che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO₃ nel terreno;
- Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black;
- Capacità di ritenzione idrica;
- Conducibilità elettrica;
- Permeabilità;
- Densità apparente.

4.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio del suolo prevedono le seguenti fasi:

- Ante Operam (AO), utile a costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- Post Operam (PO), utile a evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività di cantiere e determinare la necessità o meno di effettuare operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Le attività di monitoraggio del suolo e sottosuolo nelle fasi di AO e PO prevedono una campagna nei 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "RS3U40D22P5MA0000001-3A_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio".

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura

Tabella 4-9 Punti di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo

| MISURE | AREA DI CANTIERE | Ao (6 MESI) | Po (6 MESI) |
|--------|-------------------------|-------------|-------------|
| SUO 01 | Area stoccaggio - AS.01 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 02 | Area stoccaggio - AS.02 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 03 | Area stoccaggio - AS.02 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 04 | Area stoccaggio - AS.03 | 1 volta | 1 volta |

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 76 di 106 |

| MISURE | AREA DI CANTIERE | Ao (6 MESI) | Po (6 MESI) |
|--------|-----------------------------|-------------|-------------|
| SUO 05 | Cantiere operativo – CO.01 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 06 | Area stoccaggio – AS.04 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 07 | Deposito Temporaneo – DT.01 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 08 | Deposito Temporaneo – DT.01 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 09 | Deposito Temporaneo – DT.02 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 10 | Deposito Temporaneo – DT.02 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 11 | Area stoccaggio – AS.05 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 12 | Area stoccaggio – AS.06 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 13 | Cantiere Base – CB.01 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 14 | Cantiere operativo – CO.02 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 15 | Area stoccaggio – AS.07 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 16 | Deposito Temporaneo – DT.04 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 17 | Deposito Temporaneo – DT.03 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 18 | Deposito Temporaneo – DT.03 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 19 | Cantiere operativo – CO.03 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 20 | Cantiere Base – CB.02 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 21 | Area stoccaggio – AS.08 | 1 volta | 1 volta |
| SUO 22 | Deposito Temporaneo – DT.05 | 1 volta | 1 volta |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 77 di 106 |

4.5 Rumore

4.5.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente.

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Per la fase post operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova linea, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

Le misure dovranno essere effettuate ante operam, corso d'opera e post operam, ossia dopo l'ingresso in esercizio dell'opera in progetto, in aree con o senza necessità di opere di mitigazione.

In fase di corso d'opera, le misure di rumore non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

4.5.2 Normativa di riferimento

Leggi nazionali

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005);
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale;
- Circolare 6 Settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004);



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 78 di 106 |

- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal 16-6-2004;
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004);
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore. (GU n. 288 del 12-12-2001);
- Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000);
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore descritto di seguito è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 79 di 106 |

4.5.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto degli standard o dei valori limite definiti dalle leggi, in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti in base alla classificazione acustica del territorio.

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d'opera e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura
- elaborazione dei dati
- emissioni di reportistica ed inserimento in banca dati

In caso di criticità riscontrate, attribuibili all'opera in oggetto, sarà segnalato il superamento registrato in modo da intervenire tempestivamente con misure preventive o di mitigazione.

La metodica di misura si fonda sul rilievo del rumore in postazioni di differenti tipologie:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante operam - corso d'opera);
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (ante operam - corso d'opera);
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam - post operam).

Nel caso in oggetto, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare, della dotazione infrastrutturale e del territorio in cui si inserisce, si prevedono misure di tipo:

- RUC - monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere
- RUL - monitoraggio del rumore prodotto dal fronte avanzamento lavori
- RUF - monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario

Nella fase ante-operam saranno monitorati tutti i punti al fine di caratterizzare lo stato di fondo.

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione dei ricettori rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area, aumentando opportunamente la densità dei punti di monitoraggio, posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 80 di 106 |

Le postazioni RUC, finalizzate a verificare l'efficacia delle barriere antirumore di cantiere, fisse e mobili, previste a protezione dei ricettori, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose (realizzazione di opere in elevazione, trincee e rilevati). In tal caso, sono previste misure di 24 ore, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore.

Le postazioni RUL, volte a monitorare gli effetti acustici prodotti dalle lavorazioni condotte lungo le aree di lavoro, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori e quindi maggiormente esposti alle attività di realizzazione delle opere. Le misure saranno effettuate, con frequenza semestrale, per tutta la durata dei lavori in prossimità del punto individuato.

Le postazioni RUF, finalizzate al monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario ed alla verifica l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica. In tal caso, saranno effettuate campagne di misura di 24h.

4.5.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, che registrano, nel tempo, i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

| | |
|----------|--|
| Distanza | distanza del microfono dalla sorgente |
| Altezza | altezza del microfono rispetto al piano campagna |
| LAE, TR | <p>SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAEi relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente:</p> $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ <p>LAEi è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.</p> |
| LAeq, TR | <p>è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:</p> $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR;</p> |

| | |
|---------|---|
| | k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00). |
| LA | (livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00). |
| LR | (livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari. |
| Treni N | numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno. |
| LAeq, F | è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore |

4.5.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 82 di 106 |

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF). L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata negli elaborati grafici "RS3U40D22P5MA0000001-3B_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio".

Nel complesso si prevede un punto di misura di tipo RUL e due sulla tipologia RUF.

Tabella 4-10 Punti di monitoraggio sulla componente rumore

| PUNTO | CANTIERE/OPERA DA MONITORARE | FASE | FREQUENZA | DURATA |
|--------|------------------------------|------|------------|--------|
| RUL 01 | GA01 | AO | 1 volta | 24 h |
| | | CO | semestrale | 24 h |
| RUF 01 | Inizio lotto | AO | semestrale | 24 h |
| | | CO | semestrale | 24 h |
| RUF 02 | Fine lotto | AO | semestrale | 24 h |
| | | CO | semestrale | 24 h |

4.6 Vibrazioni

Le principali sorgenti di vibrazioni nei cantieri sono generalmente connesse alle attività di demolizione, scavo, perforazione e palificazione. Nel caso specifico, per le opere in esame, gli impatti da vibrazione significativi durante l'esecuzione delle opere risultano essere prodotti dalle attività di realizzazione di trincee, dalle attività di palificazione e di perforazione.

4.6.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti e verificare l'eventuale disturbo indotto. In fase di corso d'opera, le misure di vibrazioni non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

4.6.2 Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 83 di 106 |

tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata alla recente versione in vigore.

ISO 2631 “Valutazione sull’esposizione del corpo umano alle vibrazioni”

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

UNI 9614:2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente V_{sor} (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione $a_{w,95}$) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 06:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 06:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 4-11 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

| | AMBIENTE AD USO ABITATIVO | ASILI CASE DI RIPSO | LUOGHI LAVORATIVI | SCUOLE UNIVERSITA | OSPEDALI, CASE DI CURA. CLINICHE ED AFFINI |
|--------|---------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--|
| DIURNO | 7,2 mm/s ² | 3,6 mm/s ² | - | - | - |

| | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---|
| NOTTURNO | 3,6 mm/s ² | 3,6 mm/s ² | - | - | - |
| GIORNATE FESTIVE | 5,4 mm/s ² | - | - | - | - |
| LIMITATAMENTE AI PERIODI DI ESERCIZIO | - | - | 14 mm/s ² | 5,4 mm/s ² | - |
| INDIPENDENTEMENTE DALL'ORARIO | - | - | - | - | 2 mm/s ² (misurate ai piedi del letto del paziente) |

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A2 "Vibrazioni prodotte da traffico ferrotranviario" e A4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere").

4.6.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Per la definizione della rete di monitoraggio si sono individuate aree sensibili tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

- tipo di fonte di vibrazioni (livelli, spettro, durata nel tempo, etc.);
- condizioni geolitologiche e singolarità geolitologiche (caratteristiche geomeccaniche delle formazioni in posto, bancate di strati a maggiore consistenza, falde, etc.);
- presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (tunnels, opere in fondazione, etc.);
- sensibilità dei ricettori dipendente da: destinazione d'uso, valore storico testimoniale;
- svolgimento di funzioni di servizio pubblico (ad es.: ospedali), etc.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 85 di 106 |

La distribuzione dei punti di monitoraggio sarà più fitta nelle zone maggiormente edificate e laddove le attività lavorative impattanti per la componente vibrazione (es: scavo, fondazioni pali, etc.) sono svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori.

4.6.4 Strumentazione

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati. In alternativa è possibile far ricorso a sistemi acquisizione dati che memorizzano la storia temporale della accelerazione in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea. Di tale software, degli algoritmi, delle librerie utilizzate e della loro versione deve essere riportata indicazione nei rapporti di misurazione, ferma rimanendo la rispondenza alle caratteristiche di analisi richieste dalla UNI EN ISO 8041-1.

Le caratteristiche metrologiche della catena di misura (sensore + sistema di acquisizione e di condizionamento del segnale) quali: curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, rumore di fondo della catena ecc. devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1. Devono essere implementati i filtri "*band limiting*" con le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1 e di ponderazione W_m definita dalla ISO 2631-2 [3].

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale non minore di 10 mV/(m/s²);
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza $\pm 5\%$ da 0,5 Hz a 250 Hz;
- acquisizione in forma digitale con frequenza di campionamento non minore di 1 500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore di 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e minima di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso di fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti né dalle vibrazioni immesse né da quelle residue, almeno cinque volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

4.6.5 Modalità di monitoraggio e parametri

I rilievi sono eseguiti posizionando la strumentazione al centro della stanza, le postazioni di misurazione devono essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

- tipologia delle fonti di vibrazione;
- evoluzione temporale del fenomeno vibratorio (vibrazioni stazionarie o transitorie);
- tipologia del macchinario da misurare;
- natura del suolo su cui viene effettuato il rilevamento.

Dall'analisi delle misure il valore che viene estrapolato ai fini del confronto con i limiti è $a_{w,95}$ ovvero il livello di massima accelerazione ponderata statistica stimata al 95° percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata $a_{w,max}$.

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \cdot \sigma$$

Equazione 1 Massima accelerazione ponderata al 95° percentile

Dove:

$\overline{a_{w,max}}$ = è la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative gli eventi considerati (minimo 15) ovvero:

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t))$$

Equazione 2 accelerazione massima

σ = è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,j}$ calcolate mediante l'equazione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

Equazione 3 Scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni (N è il numero degli eventi misurati)

Mentre:

$a_w(t)$ = è il valore istantaneo del modulo del vettore accelerazione calcolato come somma vettoriale delle sue tre componenti cartesiane, la w sta per la ponderazione in frequenza ottenuta utilizzando la curva W_m

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

Equazione 4 Accelerazione ponderata globale lungo i tre assi

$a_{w,rms,j}(t)$ = Valore efficace totale valutato all'istante t sui tre assi di $a_{w,j}(t)$ calcolato in conformità alla UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 3.1.2.3

$$a_{w,rms,j}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \left(\int_{t-\tau}^t a_{w,j}^2(\varepsilon) d\varepsilon \right)}$$

$perj = x, y, z; e \tau = 1s$

Equazione 5 Calcolo del valore efficace dell'accelerazione ponderata

4.6.6 Elaborazioni delle misure

Per il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente oggetto di indagine è necessario procedere alla misurazione delle Vibrazioni immesse (V_{imm}) e di quelle residue (V_{res}). Entrambi i valori sono determinati dal valore dell'accelerazione $a_{w,95}$ (Equazione 1), nello specifico le vibrazioni immesse (V_{imm}) sono le vibrazioni rilevate all'interno dell'edificio generate da tutte le sorgenti attive di qualsiasi origine, mentre le vibrazioni residue vengono misurate in assenza della specifica sorgente oggetto di indagine.

Al fine di determinare le vibrazioni residue, risulta rilevante lo studio preliminare della sorgente in esame, nel caso in cui si tratti di un cantiere è fondamentale individuare i momenti della giornata in cui la sorgente non è in funzione, durante la pausa pranzo ad esempio, in caso di lavorazioni continue è necessaria una misura in fase di Ante Operam. Conseguentemente la misurazione delle vibrazioni immesse verrà svolta con sorgente attiva.

In entrambe le rilevazioni è indispensabile discretizzare gli eventi (minimo 15). In generale così come riportato dalla norma UNI stessa, un evento si distingue da un altro quando il valore efficace dell'accelerazione ponderata, $a_w(t)$ decresce di almeno il 30% fra i due eventi.

Per esempio, se la storia temporale di $a_w(t)$ ha due massimi relativi con valore 10 mm/s^2 e 12 mm/s^2 rispettivamente, si è in presenza di due eventi distinti se fra i due massimi relativi il valore istantaneo di $a_w(t)$ ha un minimo relativo non superiore a 7 mm/s^2 .

Una volta misurati i 15 eventi per le vibrazioni residue e 15 eventi per quelle immesse, si procede con il calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente (V_{sor}) come da seguente formula:

$$V_{sor} = \sqrt{V_{imm}^2 - V_{res}^2}$$

Equazione 6 Calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente oggetto di indagine

Ad evidenza della buona applicazione della metodica è importante riportare, in formato tabellare nella scheda elaborazione della misura, sia per le vibrazioni residue (V_{res}) che per quelle immesse (V_{imm}), tutti gli eventi individuati con i rispettivi valori efficaci totali valutati all'istante t sui tre assi $a_{w,rms,j}(t)$ da cui è possibile ricavare, previo calcolo dello scarto tipo della distribuzione (σ) delle massime accelerazioni ponderate di accelerazione ($a_{w,max,j}$), il rispettivo valore dell'accelerazione $a_{w,95}$ (Equazione 1) da associare sia per le Vibrazioni residue (V_{res}) che per quelle immesse (V_{imm}). Si precisa che qualora le vibrazioni residue V_{res} abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse di V_{imm} allora il disturbo prodotto della Vibrazione della sorgente V_{sor} è da considera trascurabile.

4.6.7 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Ai fini del monitoraggio delle vibrazioni si prevedono tre tipologie di postazioni di misura:

- Postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- Postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del fronte avanzamento lavori, da monitorare nella fase CO
- **Postazioni di tipo VIF, specifiche per la verifica delle vibrazioni durante il transito del convoglio ferroviario, da monitorare nella fase AO e PO**

In particolare, i VIL si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di palificazione e perforazione.

Nel caso in esame, in ragione della tipologia di opere e delle lavorazioni in progetto e della distribuzione territoriale dei ricettori potenzialmente interessati, si prevedono misure del tipo:

- VIL - monitoraggio per verifica delle attività del fronte avanzamento lavori
- VIF – monitoraggio e verifica del disturbo indotto dal transito dei treni in fase post operam

Nel complesso si prevede 1 postazione di misura di tipo VIL e una VIF.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "RS3U40D22P5MA0000001-3B_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio".

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sui punti mentre nella fase Corso d'Opera sono previste due campagne di misura.

Nella tabella seguente è riportata l'indicazione delle postazioni di rilievo, e la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

Tabella 4-12 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni

| PUNTO | OPERA DA MONITORARE | FASE | FREQUENZA | DURATA |
|--------|---------------------|------|---------------|--------|
| VIL 01 | GA01 | AO | n. 1 campagna | 24 h |
| | | CO | n. 2 campagne | 24 h |
| VIF 01 | Fine Lotto | AO | n. 1 campagna | 24 h |
| | | PO | n. 1 campagna | 24 h |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 90 di 106 |

4.7 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

4.7.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale, relativamente all'ambito vegetazionale e faunistico consiste nel documentare lo stato attuale della componente nella fase ante operam al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (corso d'opera e post operam), l'evolversi delle caratteristiche che connotano le componenti stesse. In particolare gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguardano anche i popolamenti faunistici.

Il monitoraggio ha anche lo scopo di verificare, durante la costruzione, la situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle tre fasi AO, CO e PO.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti con maggior pregio ecologico: quali aree naturali protette, aree boscate e alvei di fossi e torrenti che solcano un territorio caratterizzato da una elevata utilizzazione del terreno per fini agricoli.

Il monitoraggio permetterà di attenzionare lo stato della vegetazione presente e il suo decorso nelle fasi AO, CO, PO, in fase di Post Operam sarà effettuato un controllo sullo stato manutentivo degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale, nelle aree oggetto di interventi di rinaturalizzazione.

4.7.2 Normativa di riferimento

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio.

Normativa comunitaria



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 91 di 106 |

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell'8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e s.m.i.) Conservazione degli uccelli selvatici;
- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87 (G.U.C.E. 17/06/87, L.161) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio del 17/11/86 (G.U.C.E. 20/11/86, L.326) relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico.

Normativa Nazionale

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 “Legge quadro sulle aree protette” che detta i principi fondamentali per l’istituzione e la gestione delle aree protette al fine di conservare e valorizzare il patrimonio naturale del paese;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”;
- Ex Decreto 431/1985 dei beni vincolati (ora art. 146 D. Lgs. 490/99; D. Lgs. 42/04 – Codice dei beni culturali e del paesaggio -, modificato dal D. Lgs. 22 gennaio 2006) relativo alla tutela dei beni



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 92 di 106 |

paesaggistici e ambientali di notevole interesse pubblico, in particolare le aree ricoperte da boschi o vegetazione naturale (zone boscate) e fasce di rispetto dei corsi d'acqua

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio delle componenti in oggetto descritto di seguito è stato redatto in conformità delle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015".

4.7.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati come sotto descritti:

- Rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione intese come ambiti naturalistici a diversa idoneità faunistica
- Sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto (aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale)
- Presenza di attività connesse alla costruzione dell'Opera particolarmente critiche sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione e fauna (cantieri)
- Ripristini delle aree occupate temporaneamente per le attività di costruzione della linea ed opere accessorie

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della eventuale presenza di ambiti di pregio naturalistico; considerata la bassa sensibilità di un territorio a vocazione agricola, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza di aree naturali protette, che conservano habitat e specie a valenza conservazionistica. **Inoltre, sono state previste delle misure di monitoraggio anche in corrispondenza degli interventi di opere a verde effettuati volti alla restituzione di essenze consumate dalla realizzazione dell'opera, il monitoraggio in questi punti ha l'obiettivo di verificare il corretto attecchimento delle essenze messe a dimora.**

Di seguito si riportano le specifiche relative alle tre fasi di monitoraggio (ante operam, corso d'opera e post operam) per vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 93 di 106 |

4.7.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio. Vengono inoltre indicati i riferimenti normativi relativi alle aree di interesse naturalistico e quelli riguardanti le specie rare o di pregio.

Vegetazione e flora

Analisi floristica fascia campione distale alla linea ferroviaria

Il censimento della flora sarà eseguito secondo il metodo Daget Ph., Poissonet J. 1969. *Analyse phytologique des prairies - Application agronomique* al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse e verificarne l'indice di naturalità, basandosi sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a 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 permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce 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:

- 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);
- sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvencono 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.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 94 di 106 |

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 in Italia saranno contrassegnate dalle sigle R ed RR rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con r ed rr.

Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche, il testo di riferimento è: S. Pignatti, 1982, Flora d'Italia, Edagricole.

Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (Conti et al., 1992,1997) elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Saranno contrassegnate con LR.

Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere

Tale attività consiste nel monitorare i cumuli di materiale vegetale gestiti nell'ambito dell'opera in attesa di sistemazione finale. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde), si effettueranno analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti.

Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora

Tale attività consiste nel rilevare una serie di parametri e/o caratteri significativi (quali, a titolo esemplificativo, parametri morfometrici quali altezza, diametro del fusto e dimensioni della chioma degli individui arborei e/o arbustivi, grado di copertura e altezza del manto erboso, nonché eventuali segni di sofferenza a carico delle parti verdi come ingiallimento o perdita delle foglie) su superfici campione di ca. 100mq, scelte opportunamente in funzione delle differenti tipologie presenti (almeno 1 superficie-campione per ogni tipologia), per monitorare le condizioni degli impianti a verde nelle aree soggette ad interventi di mitigazione e comprendere, così, il grado di riuscita del singolo intervento.

Fauna

Fauna mobile terrestre

Il principale obiettivo di questa indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Nell'indagine, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione della più aggiornata documentazione bibliografica (manuali, atlanti, guide scientifiche e lavori scientifici).

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 95 di 106 |

Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi

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

La metodologia scelta per effettuare i rilievi è inoltre particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, come sono le unità agroecosistemiche, e lungo ambienti che si sviluppano linearmente come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

4.7.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso la seguente indagine:

Censimento e analisi floristica

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di rendere agevole il ritrovamento dell'area esatta negli anni successivi di monitoraggio. Verrà disposto, possibilmente presso ogni area, un cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree verranno effettuate le analisi come nel seguito descritto.

La localizzazione precisa delle aree di indagine sarà definita in campo, al fine di scegliere in loco le aree ritenute idonee al monitoraggio.

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list e su elaborati grafici. In particolare, viene redatta la Carta Fisionomica Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica o su ortofoto.

In corrispondenza di ciascuna area indagata verranno quindi ricavati l'indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area) e l'indice di sinantropicità (rapporto tra la differenza tra le specie presenti e le specie sinantropiche ed il numero delle specie in totale), al fine di verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

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

- I censimenti della flora saranno effettuati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine;
- Il censimento delle specie vegetali sarà realizzato, percorrendo due itinerari nella fascia distale, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento. Nel caso di ambienti di elevata complessità topografica, o comunque laddove non risulti agevole l'individuazione di tali itinerari ideali, è possibile procedere muovendosi in modo normale al tracciato e definendo con "fascia distale" la fascia costituita dalla medesima (o funzionalmente analoga) formazione vegetale, anch'essa decorrente lungo il tracciato dell'opera, situata ad una distanza tale per cui l'impatto legato alle lavorazioni previste risulti scarso o nullo.
- I campioni per i quali sussistono dubbi dovranno essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti; di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP." Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr. Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame.
- Si dovranno segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche avrà lo scopo di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituendo un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

Risultati attesi

- Lista floristica
 - Fascia distale
- Emergenze floristiche
- Specie sinantropiche
- Specie invasive/banalizzatrici
- Mappatura percorsi
- Indice di variazione:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 97 di 106 |

SPECIE SINANTROPICHE / TOT. SPECIE CENSITE

Le verifiche verranno effettuate con una frequenza pari a 2 volte l'anno, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo nel 1° anno di esercizio dell'opera in progetto.

4.7.5.1.1 Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo "4")

La metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale: è pertanto possibile applicare la medesima indagine in uso per il monitoraggio delle fasce campione.

I dati raccolti devono essere riassunti in tabelle di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti ai cumuli campionati.

Saranno effettuate indagini floristiche volte a individuare le specie esotiche invasive riportate nella lista delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale.

In caso di rilevamento di tali specie verrà emesso un Ordine di Servizio verso l'Appaltatore in cui verrà ordinato di eliminare le specie invasive.

4.7.5.1.2 Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (Indagine di tipo "3")

Le successive indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia degli impianti con finalità di mitigazione ambientale, dovranno prevedere:

- il controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti
- la verifica del grado di attecchimento e accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi

I dati raccolti devono essere riassunti in tabelle e grafici di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti agli individui arborei e arbustivi campionati.

Per quanto riguarda l'annotazione delle condizioni vegetative si deve fare riferimento all'aspetto complessivo del fogliame, dalla cui osservazione si possono ricavare informazioni utili e, nel contempo, facili da rilevare. Si suggerisce di usare una scala qualitativa a 3 livelli: "condizioni buone", "condizioni precarie", "condizioni pessime".



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 98 di 106 |

Le verifiche verranno effettuate con una frequenza pari a 2 volte l'anno, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo nel 1° anno di esercizio dell'opera in progetto.

Fauna

In merito ai popolamenti faunistici, nell'ambito del PMA, si svolgono i censimenti volti ad individuare la presenza di popolamenti significativi.

Vista la tipologia a carattere prevalentemente agricolo del territorio si ritiene di poter effettuare l'indagine della fauna in corrispondenza dei tratti a maggior naturalità.

Pertanto, nell'ambito del presente PMA, si prevedono censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- Mammiferi terrestri
- Anfibi e rettili
- Avifauna

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'ittiofauna è stato già considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice NISECI.

La caratterizzazione della fauna sarà effettuata attraverso due tipi di indagine, la cui metodologia è descritta nei paragrafi seguenti:

- Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli
- Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili
- Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi fluviali e agricoli

Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli

Relativamente alla Fauna mobile terrestre - Mammiferi, le specie verranno rilevate attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con abitudini notturne.

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

1. I metodi utilizzati per la componente dei grandi mammiferi devono consentire la determinazione di parametri ecologici delle popolazioni in esame (es. densità, struttura di popolazione, densità relativa, distribuzione della popolazione, uso dell'habitat). I metodi per il monitoraggio della microteriofauna (talpe, toporagni, arvicole, ghiri, topi, ratti) non permettono, di solito, di ottenere una stima della densità delle popolazioni in esame, in quanto risulta spesso impossibile ricondurre il campionamento ad una determinata misura di superficie; il conteggio e l'identificazione degli individui catturati forniscono tuttavia un indice di abbondanza della popolazione, nonché una rappresentazione della biodiversità dei micromammiferi in una data regione
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
 - Il censimento estensivo mediante unità di osservazione (block count) (target: grandi ungulati)
 - Il censimento estensivo o campionario primaverile notturno con faro (target: carnivori, grandi ungulati, lagomorfi)
 - Il censimento estensivo o campionario al bramito (target: cervo)
 - Il rilevamento di indici di presenza (target: grandi carnivori, mustelidi, ungulati, lagomorfi)
 - Il conteggio delle tane attive (target: grandi carnivori, mustelidi)
 - Le analisi delle borre, con raccolta e dissezione delle borre, dei frammenti delle prede indigeriti e che vengono regolarmente rigurgitati da alcuni uccelli rapaci
 - Le trappole "a vivo", basato su una disposizione di trappole non letali, di diverso tipo, a intervalli regolari, lungo un transetto od in modo da formare una "griglia di cattura". Al fine di garantire l'incolumità degli individui catturati, il controllo quotidiano di tutte le trappole attivate dovrà avvenire tra l'orario di alba e le ore 12:00-13:00. Le catture si effettuano nottetempo, per almeno tre notti consecutive, prevedendo sempre il rilascio degli esemplari catturati
3. Al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione
4. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto su l'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 100 di 106 |

- elenco delle specie presenti;
- loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

Tutte le verifiche effettuate si traducono, in cartografie in scala 1:1.000, al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. In tal senso, i luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche), nonché fotografati, riportando sulla cartografia i coni visuali delle foto.

Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento.

Un'indagine di tipo "D" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte. Il protocollo di campionamento prevede l'esecuzione di 3 distinte sessioni di campionamento: Prima sessione: maggio; Seconda sessione: giugno; Terza sessione: settembre.

Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili

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

1. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
 - L'osservazione diretta, con ricerca e conteggio degli esemplari lungo transetti o all'interno di aree rappresentative del territorio
 - La cattura manuale
 - I richiami acustici, con conteggio dei richiami dei maschi in corrispondenza dei punti d'ascolto
 - Possono inoltre essere applicati altri metodi a supporto dei precedenti, quali il transetto notturno effettuato su automezzo (night driving, utile per il monitoraggio degli anfibi notturni) e/o la raccolta e l'identificazione degli esemplari uccisi sulle strade (roadkill analysis)
 - Per la batracofauna e l'erpetofoauna saranno effettuate delle osservazioni dirette e si farà uso di retini immanicati e di lacci montati su canne per la cattura di Sauri
2. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto su l'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 101 di 106 |

Tutte le verifiche effettuate si traducono, in cartografie in scala 1:1.000 al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. In tal senso, i luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche), nonché fotografati, riportando sulla cartografia i coni visuali delle foto.

Un'indagine di tipo "D" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in particolare, si suggerisce di eseguire il monitoraggio tre volte (tre sessioni di campionamento), durante la stagione riproduttiva, e due volte (ulteriori due sessioni di campionamento), durante la stagione post-riproduttiva.

Avifauna

Per quanto riguarda l'avifauna, lo studio sarà condotto sulla base di metodologie approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio ITALiano Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici).

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

1. Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method)
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
 - Il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts), metodo qualitativo, è particolarmente adatto per ambienti boschivi e/o specie difficili da osservare
 - Il rilievo su transetti lineari, con registrazione dei contatti (visivi od auditivi) ottenuti da un osservatore durante il tempo impiegato a percorrere un transetto di lunghezza predeterminata
 - Le tecniche di inanellamento, basata sul marcaggio individuale degli uccelli

Per le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) potranno essere applicate metodiche particolari, quali ad esempio battute di ascolto in particolari momenti della giornata (es. al tramonto per gli strigiformi), ricerca dei nidi o dei segni di presenza, induzione di risposta canora (censimento al playback)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 102 di 106 |

3. In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia di 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario campione, mentre nelle fasi successive si effettueranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti.
4. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 e fotografati, riportando in cartografia i coni visuali.

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

- S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo o nell'area esaminata; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale, dello stesso (Mac Arthur & Mac Arthur, 1961);
- H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) già in precedenza descritto
- 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); l'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 Frochet, 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); si tratta del numero di individui della specie i-esima sul numero totale di individui presenti lungo il transetto effettuato. 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. Si utilizzeranno entrambi gli indici per effettuare confronti e verifiche con rilievi svolti da altri autori in ambienti analoghi del comprensorio padano-veneto.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento verrà rappresentata in un opportuno elaborato grafico, alla scala 1:1.000 o adeguate, su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento verranno riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 103 di 106 |

Un'indagine di tipo "F" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, ed è da considerarsi rappresentativa per anno di monitoraggio, fatto salvo la necessità di replicare mensilmente alcuni tipi di campionamento.

4.7.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 4-13 Flora e vegetazione: Tipologia di rilievi e frequenza prevista

| ATTIVITÀ | ANTE OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA) | CORSO D' OPERA (~4,8 ANNI) (FREQUENZA) | POST OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA) |
|---|--|---|--|
| Censimento floristico Flora - analisi floristica distale all'opera (c) | semestrale (Primavera/tarda estate) | semestrale (Primavera/tarda estate) | semestrale (Primavera/tarda estate) |
| Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (Indagine di tipo "3") | - | - | semestrale (Primavera/tarda estate) |
| Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo "4") | - | semestrale (Primavera/tarda estate) | - |

Il monitoraggio del corso d'opera seguirà tutto lo sviluppo delle lavorazioni, mentre quello relativo alla fase ante-operam e post operam avrà una rispettiva durata di 12 mesi prima e alla fine delle lavorazioni.

Rinvii temporanei di prelievi e/o misure potranno essere previsti in corrispondenza delle singole aree in presenza di:

- precipitazioni e contestuali di intensità tali da rendere impossibili le indagini;
- oggettivi e documentati impedimenti all'accesso ai siti di indagini.

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
 Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 104 di 106 |

I rilievi in campo dovranno essere effettuati nel periodo primaverile (I campagna) e nel periodo tardo estivo (II campagna) escludendo il periodo estivo, in presenza di temperature alte e clima secco; coerentemente sarà escluso anche il periodo invernale in cui le temperature risultano essere molto basse e avverse alla vegetazione.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "RS3U40D22P5MA0000001-3B_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio".

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Tabella 4-14 Punti di monitoraggio per la componente Flora e Vegetazione

| Punto | Tipo di indagine | Progr. Km/Area di cantiere | A.O. (6 mesi) | C.O. (~4,8 anni) | P.O. (6 mesi) |
|--------|-------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------|------------------|
| VEG_01 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 0+650 | - | - | X |
| VEG_02 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 1+950 | - | - | X |
| VEG_03 | VEG9 – Indagine di tipo "4" | AS.02 | - | X | - |
| VEG_04 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 3+000 | - | - | X |
| VEG_05 | VEG4.1 – Indagine di tipo "C" | 6+850 | X | X | X |
| VEG_06 | VEG9 – Indagine di tipo "4" | DT.02 | - | X | - |
| VEG_07 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 7+650 | - | - | X |
| VEG_08 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 11+700 | - | - | X |
| VEG_09 | VEG4.1 – Indagine di tipo "C" | 12+200 | X | X | X |
| VEG_10 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 12+200 | - | - | X |
| VEG_11 | VEG9 – Indagine di tipo "4" | DT.04 | - | X | - |
| VEG_12 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 13+250 | - | - | X |
| VEG_13 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 13+470 | - | - | X |
| VEG_14 | VEG8 – Indagine di tipo "3" | 26+900 | - | - | X |
| VEG_15 | VEG9 – Indagine di tipo "4" | DT.06 | - | X | - |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA LOTTO 4A**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 105 di 106 |

Al fine di una più immediata lettura della tabella sopra riportata la corrispondenza intercorrente tra le codifiche in essa riportate e le tipologie di analisi previste risulta la seguente:

- VEG4.1 – Indagine di tipo “C”: Analisi floristica della fascia campione distale alla linea ferroviaria
- VEG9 - indagine di tipo “4”: Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere
- VEG8 – Indagine di tipo “3”: Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora

Fauna

Il monitoraggio della Fauna riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di circa 4,8 anni; mentre quello relativo alla fase post-operam sarà di sei mesi.

Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 4-15 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Fauna

| Attività | A. O. (6 mesi) | C.O. (~4,8 anni) | P. O. (6 mesi) |
|---|-------------------|---------------------|-------------------|
| Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT) | 3 volte | 3/anno | 3 volte |
| Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT) | 5 volte | 5/anno | 5 volte |
| Avifauna | 2 volte | 2 volte | 2 volte |

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati “RS3U40D22P5MA0000001-3A_Planimetria di localizzazione punti monitoraggio”, ove è possibile individuare i punti previsti. Di seguito si riporta una tabella esplicativa.

Tabella 4-16 Punti di monitoraggio per la componente Fauna

| Punto | Tipo di indagine | pk | Classe | | | Indagini previste | | |
|-------|------------------|----|---------------------|-----------|----------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | | Anfibi e rettili | Mammiferi | Avifauna | A.O. (6 mesi) | C.O. (~4,8 anni) | P.O. (6 mesi) |

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| RS3U | 40 | D 22 RG | MA0000 001 | B | 106 di 106 |

| Punto | Tipo di indagine | | pk | Classe | | | Indagini previste | | |
|--------|------------------|----------------------|--------|------------------|-----------|----------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | | | Anfibi e rettili | Mammiferi | Avifauna | A.O. (6 mesi) | C.O. (~4,8 anni) | P.O. (6 mesi) |
| FAU_01 | FAU.1 | Indagine di tipo "E" | 6+850 | X | X | X | X | X | X |
| | FAU.2 | Indagine di tipo "E" | | | | | | | |
| | FAU.4 | Indagini di tipo "F" | | | | | | | |
| FAU_02 | FAU.1 | Indagine di tipo "E" | 12+200 | X | X | X | X | X | X |
| | FAU.2 | Indagine di tipo "E" | | | | | | | |
| | FAU.4 | Indagini di tipo "F" | | | | | | | |