

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. AMBIENTE

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

SCALA:

-

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

RR13 00 D 22 RG MA0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	E. Tesser	Maggio 2023	F. Nigro	Maggio 2023	T. Paoletti	Maggio 2023	 C. ... Maggio 2023

File: RR1300D22RGMA0000001A

n. Elab.:

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3. QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE.....	8
4. FINALITÀ DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	9
5. SCELTA DELLE AREE DA MONITORARE.....	10
6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE FASI DI MONITORAGGIO.....	10
7. COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATE	11
7.1 ATMOSFERA.....	12
7.1.1 Obiettivi.....	12
7.1.2 Normativa.....	12
7.1.3 Siti.....	13
7.1.4 Parametri.....	14
7.1.5 Metodiche e strumentazione.....	15
7.1.6 Programmazione temporale	20
7.2 ACQUE SUPERFICIALI	21
7.2.1 Obiettivi.....	21
7.2.2 Normativa.....	21
7.2.3 Siti.....	23
7.2.4 Parametri.....	24
7.2.5 Metodiche e strumentazione.....	28
7.2.6 Programmazione temporale	33
7.3 ACQUE SOTTERRANEE.....	34
7.3.1 Obiettivi.....	34
7.3.2 Normativa.....	34
7.3.3 Siti.....	34
7.3.4 Parametri.....	37
7.3.5 Metodiche e strumentazione.....	38
7.3.6 Programmazione temporale	40
7.4 SUOLO.....	41
7.4.1 Obiettivi.....	41
7.4.2 Normativa.....	41
7.4.3 Siti.....	41
7.4.4 Parametri.....	42
7.4.5 Metodiche e strumentazione.....	48
7.4.6 Programmazione temporale	50

7.5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA	51
7.5.1 <i>Obiettivi</i>	51
7.5.2 <i>Normativa</i>	51
7.5.3 <i>Siti</i>	52
7.5.4 <i>Parametri</i>	53
7.5.5 <i>Metodiche e strumentazione</i>	53
7.5.6 <i>Programmazione temporale</i>	58
7.6 PAESAGGIO	60
7.6.1 <i>Obiettivi di monitoraggio</i>	60
7.6.2 <i>Normativa</i>	60
7.6.3 <i>Siti</i>	61
7.6.4 <i>Parametri</i>	61
7.6.5 <i>Metodiche e strumentazione</i>	62
7.6.6 <i>Programmazione temporale</i>	64
7.7 RUMORE	65
7.7.1 <i>Obiettivi</i>	65
7.7.2 <i>Normativa</i>	65
7.7.3 <i>Siti</i>	66
7.7.4 <i>Parametri</i>	67
7.7.5 <i>Metodiche e strumentazione</i>	68
7.7.6 <i>Programmazione temporale</i>	69
7.8 AMBIENTE SOCIALE	70
7.8.1 <i>Obiettivi</i>	70
7.8.2 <i>Siti</i>	70
7.8.3 <i>Parametri</i>	70
7.8.4 <i>Metodiche e strumentazione</i>	71
7.8.5 <i>Programmazione temporale</i>	75



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	4/75

1. PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), relativo al Progetto Definitivo della “Linea San Gavino – Sassari – Olbia. Variante di Bauladu” 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”.

A tale proposito, il PMA descritto nel presente documento definisce l'insieme dei controlli – attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo - di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere in progetto.

In particolare, la presente relazione riporta inizialmente la descrizione dell’opera in progetto, per poi tracciare il quadro informativo esistente allo stato attuale riguardo il contesto territoriale ed ambientale interessato dall’opera.

Successivamente, sono individuate le componenti ambientali oggetto d’indagine, gli obiettivi del monitoraggio, le possibili tipologie d’indagine e l’articolazione temporale del PMA nelle tre distinte fasi di ante operam, corso d’opera e post operam.

Il presente PMA fa seguito alla revisione B (codifica RR0H01D69RGAC0000001B) di Giugno 2020 e recepisce le prescrizioni del Parere n. 3383 del 8 maggio 2020 della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'obiettivo del progetto è il miglioramento delle prestazioni del collegamento ferroviario mediante la riduzione dello sviluppo del tratto ferroviario tra Paulilatino e Solarussa (attualmente pari a 19,5 Km), l'eliminazione di tratti con pendenza massima del 25 % e la soppressione di n. 4 PL.

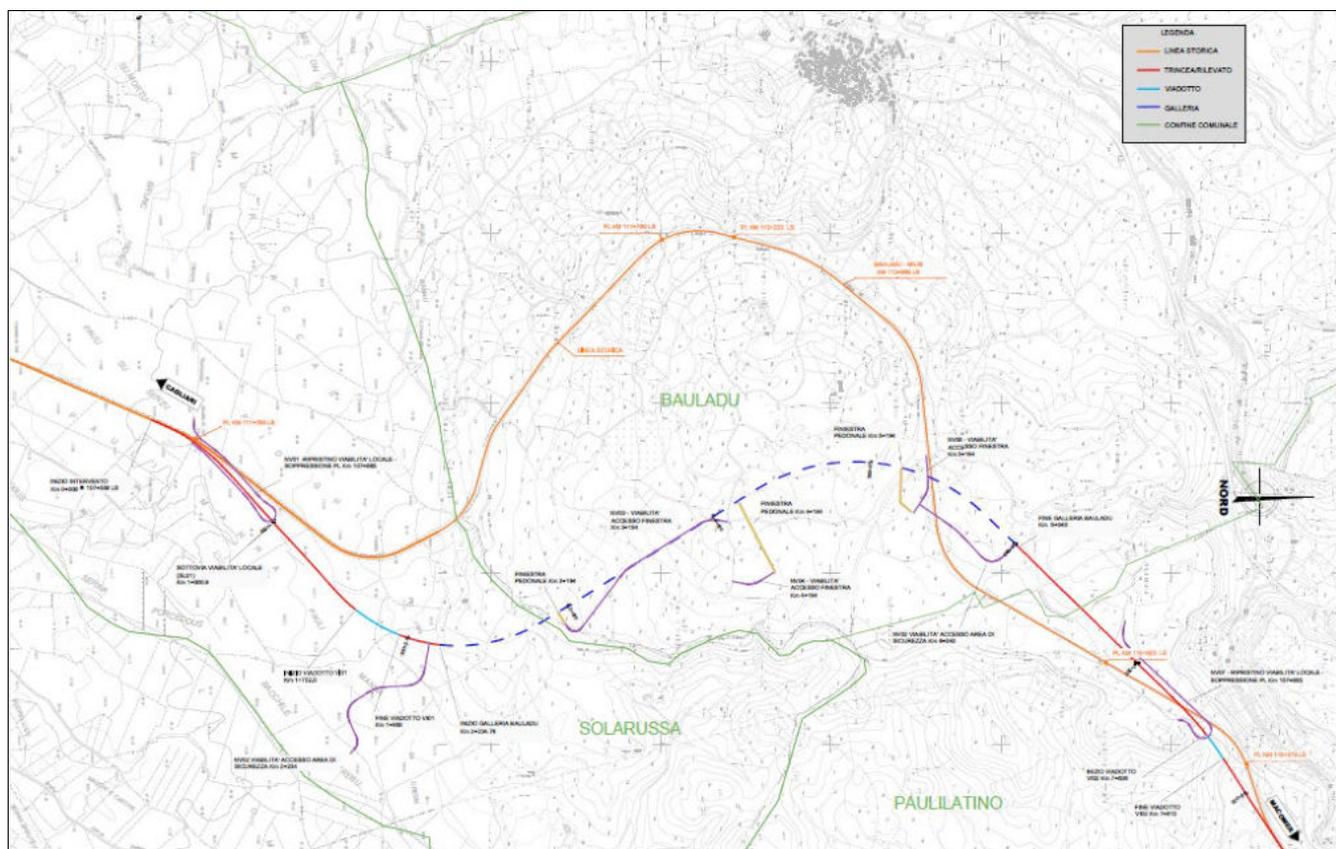


Figura 1 - Planimetria di inquadramento dell'intervento.

La variante si sviluppa completamente in territorio non antropizzato dal Km 107+558 fino al Km 117+491 della linea storica, per uno sviluppo complessivo di 8506 m.

L'inizio dell'intervento è localizzato immediatamente a ridosso del PL al Km 107+885 posto sulla curva di $R=1000$ m, su un tratto in rettilo di circa 150 m, dove la linea esistente ha pendenza longitudinale pari a 23 %.

Di seguito una rappresentazione sintetica delle principali caratteristiche del tracciato:

Linea a semplice binario – Trazione Diesel	
Velocità di tracciato	140 km/h Rango A = 140 km/h Rango B = 150 km/h Rango C = 155 km/h Rango P = 185 km/h (I valori riportati non tengono conto di eventuali limitazioni legate al materiale rotabile, alla tipologia di segnalamento o altri fattori diversi dalla geometria del tracciato)
Tipo di raccordo di transizione	Raccordo parabolico
Raggio altimetrico valore limite	6860 m
Raggio altimetrico limite minimo	5000 m
Raggio minimo di curvatura	950 m
Sopraelevazione massima	150 mm
Pendenza longitudinale massima	16‰ è necessaria la richiesta di deroga alla “Norme tecniche per la Progettazione tracciati ferroviari” RFI TCAR IT AR 01 001 A del 25/07/2006 in riferimento alla pendenza massima per traffico misto 12 ‰
Traffico	misto
Profilo Minimo degli Ostacoli	PMO 3
Sagoma Cinematica	Gabarit B1
Posti di Movimento	Non sono previsti PM all'interno delle varianti
Stazioni / Fermate	Non è previsto il ripristino della fermata di Bauladu

Tabella 1 - Caratteristiche attuali del tracciato.



Figura 2 - Vista lato Solarussa Km 107+885 – Curva R=1000 m.



Figura 3 - PL Km 107+885.



Figura 4 - Vista lato Bauladu Milis Km 107+885 – Curva R=1000 m.

I tratti all'aperto sono localizzati essenzialmente ad inizio e fine variante e attraversano zone con presenze archeologiche oggetto sia di vincoli diretti che indiretti, di cui si è tenuto conto per l'inserimento del tracciato sul territorio in occasione dell'adeguamento del Progetto Preliminare sviluppato a ottobre 2017.

Il tratto centrale è costituito dalla Galleria Bauladu di 3805 m, che rappresenta circa il 40 % della variante.

Fino alla Prog. 0+200 circa l'asse di progetto mantiene le quote del piano del ferro attuale determinando di fatto il mantenimento della sede esistente (livelletta 22.94 ‰). Da qui, dopo un tratto al 3.8 ‰, inizia la livelletta costante al 15.92 ‰ fino alla Prog. 7+334.

Dalla Prog. 0+375 fino alla Prog. 1+703 la nuova sede è in rilevato a cui segue il Viadotto VI01 costituito da 10 campate, per uno sviluppo complessivo di circa 248 m.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	8/75

Dal Km 2+234.76 inizia la Galleria Bauladu che si sviluppa per 3805 m a pendenza costante 15.92‰ con coperture massime di circa 64 m.

Dalla Prog. 2+054.76 alla Prog. 2+234.76 è localizzato il Fire Fighting Pointi 01 (FFP01) che si sviluppa sostanzialmente in rilevato e presenta una sezione trasversale con marciapiede di larghezza 2 m per una lunghezza di 180 m.

Il FFP02 è invece ubicato nei pressi dell'imbocco Nord della galleria GN01, dalla Prog. 6+040 alla Prog. 6+220 (L=180 m).

In corrispondenza dei FFP sono ubicate le Aree di Sicurezza con relativa viabilità di accesso.

In uscita dalla galleria il tracciato prosegue in trincea fino alla prog. 7+250, per poi proseguire in rilevato fino al Viadotto VI02, che si sviluppa dalla Prog.7+636 alla Prog. 7+813.

In corrispondenza della Prog. 7+411, il rilevato di progetto interseca la linea esistente. Al fine di minimizzare i tempi di realizzazione che impongono la chiusura della linea, il piano del ferro di progetto coincide con quello della linea storica (pf= 172.7 m).

Dalla Prog. 7+850 il tracciato procede in trincea con pendenza 17.55 ‰ (pendenza LS) innestandosi sulla linea storica dove il tracciamento termina alla Prog. 8+506 (117+491 LS).

Complessivamente il tracciato in variante si sviluppa per 8506 m, di cui 3805 m in galleria e 424.6 m in viadotto (VI01+VI02).

Lungo la galleria GN01 sono dislocate n. 3 finestre pedonali: GA02 al Km 3+194, GA03 al Km 4+194, GA04 al Km 5+194, servite da un piazzale di 200 mq e una viabilità di accesso dedicata.

3. QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è stato redatto tenendo in considerazione il quadro conoscitivo esistente basato sull'acquisizione di tutti i dati disponibili relativi sia al contesto territoriale ed ambientale di intervento, sia al progetto dell'opera ferroviaria.

A tale proposito, è stata considerata ed analizzata la seguente documentazione:

- Progetto Definitivo della "Velocizzazione Linea San Gavino-Sassari-Olbia. Variante di Bauladu", del quale il presente PMA costituisce parte integrante;
- Cantierizzazione e gestione dei materiali di risulta;
- Studio geologico;
- Studio acustico;
- Studio di Impatto Ambientale;
- Progetto Ambientale della Cantierizzazione;
- Valutazione d'incidenza;
- Interventi di mitigazione ed inserimento ambientale e paesaggistico.

Relativamente allo Studio di Impatto Ambientale, sono stati considerati i risultati della caratterizzazione dello stato attuale delle componenti ambientali, effettuata sulla base di rilievi diretti (come nel caso delle misurazioni fonometriche appositamente svolte per la componente "Rumore"), dei sopralluoghi nell'area di intervento eseguiti dai diversi specialisti che, ad esempio, hanno consentito di poter inquadrare l'area di intervento dal punto di vista "naturalistico" (fauna, flora, vegetazione ed ecosistemi), ecc.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	9/75

4. FINALITÀ DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Di seguito si richiamano gli obiettivi derivanti dalle linee guida per il monitoraggio delle grandi opere, a cui si attiene il Progetto di Monitoraggio Ambientale:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nell'ambito del presente progetto, per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'opera prevista;
- correlare gli stati ante operam (AO), in corso d'opera (CO) e post operam (PO), al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali, nonché di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione realizzate.

Pertanto, in considerazione dei suddetti obiettivi, il Progetto di Monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni perturbative che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera o immediatamente dopo la sua entrata in esercizio, risalendone alle cause e fornendo i parametri di input per l'attuazione degli eventuali sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili.

Una conoscenza approfondita del territorio attraversato dall'infrastruttura e l'identificazione dei ricettori ambientali più sensibili alle varie fasi di lavoro sono stati la base per l'impostazione metodologica del PMA e, conseguentemente, per l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio e la definizione della frequenza e delle quantità delle campagne di misura.

Tra i concetti principali che hanno governato la stesura del presente PMA, vi è stato quello della flessibilità, in quanto la complessità delle opere e del territorio interessato, nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali, non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici. Ne consegue, che la possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello delle attività di cantiere e dei fenomeni che si verranno a verificare è uno degli aspetti caratteristici del PMA e, ancora di più, dell'organizzazione della struttura operativa che dovrà gestire ed eseguire le indicazioni in esso contenute.

Il presente PMA può quindi essere adeguato in funzione di varie eventualità che potrebbero verificarsi e che si possono così indicativamente riassumere:

- evoluzione dei fenomeni monitorati;
- rilievo di fenomeni imprevisti;
- segnalazione di eventi inattesi;
- verifica dell'efficienza di eventuali opere/interventi di minimizzazione/mitigazione di eventuali impatti.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 10/75

5. SCELTA DELLE AREE DA MONITORARE

La scelta delle aree/punti da monitorare è basata sulla sensibilità e vulnerabilità dei luoghi interessati dall'opera in rapporto al prevedibile impatto connesso agli interventi di progetto.

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

Il territorio attraversato dal progetto è caratterizzato da ampie zone agricole seminaturali e incolti; i ricettori presenti sul territorio attraversato dalle opere in progetto, nonché dal sistema di cantierizzazione, sono costituiti principalmente da aziende agricole sparse e nuclei abitati lungo la SS 131 "Carlo Felice".

In particolare, dal punto di vista del sistema ricettore, l'unica area nella quale si riconoscono alcuni ricettori civili, fa riferimento ad una porzione periferica dell'abitato di Bauladu interessata dal passaggio di mezzi d'opera per il trasporto dei materiali di risulta.

Lungo la linea ferroviaria si contano unicamente sporadiche strutture agricole, talvolta non abitate.

6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE FASI DI MONITORAGGIO

Il PMA si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate.

- Monitoraggio Ante Operam, da eseguire prima dell'avvio dei cantieri, i cui obiettivi sono quelli di seguito riportati:
 - fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima dell'inizio delle attività di cantiere;
 - costituire il punto di riferimento al quale riportare gli esiti delle campagne di misura in corso d'opera.
- Monitoraggio in Corso d'Opera, da effettuare nella fase di realizzazione delle opere, i cui obiettivi sono quelli di seguito riportati:
 - documentare l'evolversi della situazione ambientale al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello "Studio di Impatto Ambientale";
 - segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali, affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
 - garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.
- Monitoraggio Post Operam, da effettuare dopo l'entrata in esercizio delle opere, i cui obiettivi sono quelli di seguito riportati:
 - verificare gli obiettivi prefissi dalle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate;
 - stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali;
 - verificare le ricadute ambientali positive.

La struttura con la quale sono modulate le proposte d'attuazione dei rilevamenti per le singole componenti ambientali è impostata tenendo in considerazione, principalmente, l'obiettivo di adottare un

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 11/75

PMA il più possibile flessibile e ridefinibile in CO, in grado di soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, non definibili a priori, stante la durata e la complessità del progetto in attuazione, nonché la complessa articolazione temporale delle diverse opere e delle relative attività di cantiere.

7. COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATE

Le componenti ambientali oggetto del presente PMA sono state individuate in considerazione delle caratteristiche dell'ambito territoriale di intervento e della tipologia dell'opera in progetto, come desunto dallo Studio di Impatto Ambientale e dagli altri studi specialistici sopra elencati. Tali componenti ambientali sono:

- Atmosfera;
- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Suolo;
- Vegetazione, flora e fauna;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Paesaggio;
- Ambiente sociale.

Per ciascuna componente ambientale si riportano di seguito le specifiche di monitoraggio previste.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	12/75

7.1 ATMOSFERA

7.1.1 Obiettivi

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare il contributo connesso alle attività di cantiere (in termini di emissione) sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- evidenziare eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione e fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati nello SIA;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di realizzazione dell'opera;
- verificare lo stato della qualità dell'aria in seguito alla realizzazione dell'opera e durante l'esercizio della stessa, al fine di poter evidenziare eventuali modifiche.

I parametri monitorati, opportunamente acquisiti ed elaborati, permettono una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto durante la fase di cantiere.

7.1.2 Normativa

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;
- 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

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	13/75

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.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente atmosfera è redatto in conformità 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 specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014" e alle "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italferr a Giugno 2012.

Normativa Regionale

L'Assessorato della Difesa dell'ambiente della Regione Autonoma della Sardegna ha predisposto il documento di zonizzazione e classificazione del territorio regionale, per la qualità dell'aria ambiente, che è stato adottato con la DGR n. 52/19 del 2013.

L'adeguamento della zonizzazione e classificazione, precedentemente redatte con deliberazione di Giunta regionale n. 55/6 del 29 novembre 2005, si è reso necessario ai fini del rispetto dei criteri indicati nel D.Lgs. 13.8.2010 n. 155, articoli 3 e 4, tendenti a individuare agglomerati e zone omogenee per la qualità dell'aria ambiente.

7.1.3 Siti

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 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;



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	14/75

- morfologia dell'area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscala e microscala;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emmissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emmissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO e PO).

Lo studio della componente Atmosfera, sviluppato nel SIA, non ha evidenziato impatti significativi in fase di cantiere, considerata anche la sostanziale assenza di ricettori direttamente esposti alle fasi di lavorazione. Ciononostante, alla luce delle semplificazioni insite nella schematizzazione previsionale e a titolo cautelativo è prevista un'attività di monitoraggio in corrispondenza di ricettori potenzialmente interferiti dal transito dei mezzi d'opera e più in generale dalle attività di lavorazione.

Il monitoraggio è 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.

Per ciascuna stazione di monitoraggio delle aree di cantiere è prevista l'ubicazione di 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 interferite, del numero di ricettori presenti, della severità dei potenziali impatti e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera, la rete di monitoraggio è composta da 2 sezioni di monitoraggio, costituite da 2 punti potenzialmente influenzati dalle attività di cantiere (ATC) e un 1 punto di monitoraggio non influenzato dalle attività di cantiere (AT NI), per un totale di 3 punti di monitoraggio.

7.1.4 Parametri

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 inclusi nella legislazione vigente e dotati di limiti normati, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti dalle lavorazioni di cantiere.

Parametri convenzionali

- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (PM₁₀);
- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm (PM_{2.5}).

Parametri non convenzionali

- particolato sedimentabile (deposizioni): aspetto, dimensioni, colore e composizione chimica relativamente agli elementi terrigeni;

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 15/75

- particolato aerodisperso: distribuzione granulometrica ad alta risoluzione temporale mediante contatore ottico.

Inoltre, è prevista la misura dei parametri meteorologici 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 eventuali simulazioni atmosferiche:

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

7.1.5 Metodiche e strumentazione

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio sono così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo e 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.

Metodologia di analisi dei 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.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	16/75

L'analisi gravimetrica su base giornaliera (24 ore) viene effettuata con campionatori (vedi ad esempio Figura 5) 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).

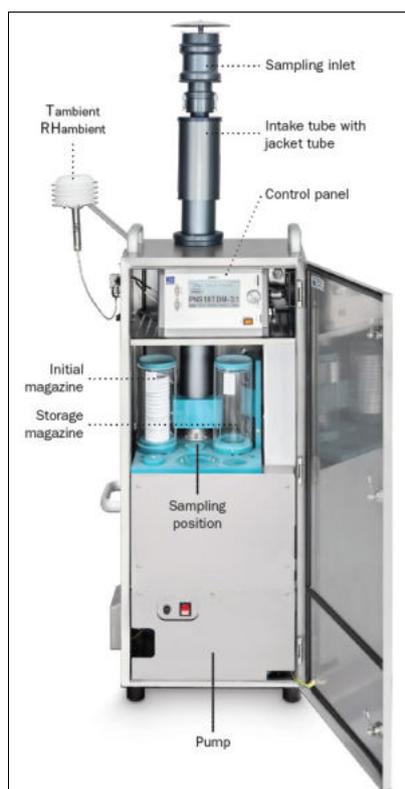


Figura 5 - Campionatore sequenziale automatico.

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

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

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 6 è riportata una fotografia di esempio di un filtro bianco e un filtro campionato a confronto.

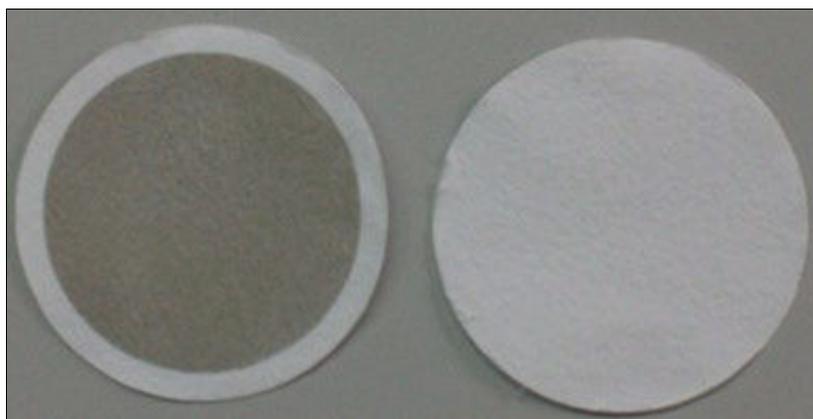


Figura 6 - Filtro campionato (sinistra) – Filtro bianco (destra).

Metodologia di analisi dei parametri non convenzionali

Per quanto riguarda la frazione più pesante del particolato aerotrasportato (deposizioni) è previsto il campionamento per periodi di 14 gg n.c. utilizzando un campionatore che si attiva in assenza di precipitazione (Dry-Only) e vetrini rivestiti con sostanze (es. vaselina) in grado di far aderire le particelle sedimentabili. I campioni raccolti in questo modo si riferiscono a particelle di dimensioni superiori a $3\ \mu\text{m}$ circa e permettono di determinare: la deposizione di massa ($\text{mg}/\text{mq}\cdot\text{giorno}$), la natura delle polveri (distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione) al microscopio ottico e la composizione chimica in termini di elementi terrigeni mediante analisi ai raggi X.

Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura simile a quella presentata in fotografia:



Figura 7 – Campionatore Wet-Dry.

Tale apparecchio si attiva in assenza di precipitazioni raccogliendo il materiale sedimentato. La foto di seguito riportata si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.

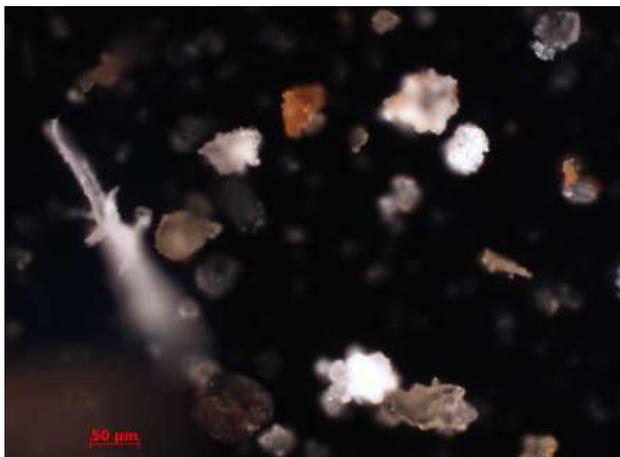


Figura 8 - Campione di particolato sedimentabile al microscopio ottico.

L'analisi dell'immagine rende possibile la valutazione della distribuzione granulometrica e la classificazione del materiale depositato in classi di "colore":

- 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 combustione/termovalorizzazione di rifiuti, ecc.;
- bianco: associabile principalmente a un particolato connesso a sale marino, 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.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 19/75

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.

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.

L'analisi della distribuzione granulometrica delle polveri compatibilmente alle variazioni dei parametri meteo ed emissivi viene effettuata con contatori ottici (contaparticelle, vedi Figura 9) ad alta risoluzione temporale (tipicamente 1 dato al secondo) che coprono l'intervallo sotteso dalle frazioni di polveri sottili PM₁₀ e PM_{2.5}.



	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

Figura 9 – 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 contenente le particelle in sospensione, mentre al contempo un sensore ottico misura la luce diffusa per restituire il diametro ottico delle particelle (diverso dal 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 PM₁₀ e 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.

7.1.6 Programmazione temporale

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio AO, necessario per definire lo stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori;
- il monitoraggio CO, per valutare eventuali impatti dovuti alle attività di cantiere.

La fase di monitoraggio AO prevede 2 campagne (trimestrali) della durata di 14 gg naturali consecutivi nell'arco di 6 mesi entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l'effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

La fase di monitoraggio CO prevede campagne trimestrali di 14 gg n.c. e una durata di circa 3,3 anni.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 2 e localizzati nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

Codice punto	PK	Frequenza	Ante Operam (6 mesi)	Corso d'Opera (3,3 anni)
ATC01	0+500	Trimestrale	2 campagne	13 campagne
ATC02	6+600			
AT NI	3+700			

Tabella 2 – Punti e frequenze di monitoraggio della componente atmosfera.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 21/75

7.2 ACQUE SUPERFICIALI

7.2.1 Obiettivi

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 CO ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori non induca alterazioni qualitative e in termini di portata del sistema delle acque superficiali.

Il monitoraggio PO ha lo scopo di verificare la qualità delle acque ed evidenziare eventuali alterazioni subite dal corso d'acqua a seguito della realizzazione dell'opera.

7.2.2 Normativa

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.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	22/75

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;
- 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;
- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu
PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	23/75

- 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.

Normativa Regionale

Con la deliberazione della Giunta regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006, in attuazione della legge regionale del 19 luglio 2000, n. 14, è stato approvato in via definitiva il Piano di Tutela delle Acque redatto, ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs n. 152/1999 e s.m.i., dal Servizio di Tutela delle Acque dell'Assessorato.

7.2.3 Siti

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è 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 sono tipicamente individuate in base alla tipologia di opera e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita, pertanto l'individuazione dei punti è strettamente connessa a:

- interferenze opera-ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro-pluviometriche e quali-quantitative esistenti.

Nel caso in esame, il tracciato di progetto non interferisce direttamente con corsi d'acqua perenni e gli attraversamenti in viadotto si rendono necessari per il superamento di depressioni morfologiche e/o vallecicole minori.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	24/75

Tuttavia, considerata comunque la vicinanza del Riu Pizziu alle aree di lavorazione e alle piste utilizzate dai mezzi d'opera, si prevede cautelativamente il monitoraggio di due sezioni del corpo idrico.

Per quanto riguarda il monitoraggio in CO delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio dei materiali di scavo, si specifica che la loro gestione, qualora presenti, è regolamentata nel momento in cui l'appaltatore chiede le necessarie autorizzazioni per la raccolta, smaltimento e/o scarico presso le autorità competenti.

7.2.4 Parametri

Secondo quanto indicato nelle sopracitate linee guida ministeriali, la scelta dei parametri/indicatori è effettuata in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione all'obiettivo di "non deterioramento" delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, come stabilito dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Per valutare se la realizzazione delle opere in progetto comprometta o meno 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, sono 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;
- indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici, batteriologici e biologici.

Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo prevede essenzialmente la misura della portata (in situ) ed è utile alla valutazione dei valori derivanti dalle analisi qualitative. Tale misura 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 variazioni del flusso dovute alle lavorazioni, 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 forniscono un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corpi idrici superficiali. I parametri monitorati sono i seguenti: temperatura acqua, temperatura aria, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, solidi disciolti totali (TDS) e solidi sospesi totali (TSS).

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.



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	25/75

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

Le analisi chimiche e microbiologiche permettono di definire il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua e valutare eventuali interferenze delle lavorazioni. Nell'ambito del monitoraggio sono analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria, quali: calcio, sodio, potassio, magnesio, cloruri, cloro attivo, fluoruri, solfati, bicarbonati, nitrati, nitriti, ammonio, ferro, cromo VI, cromo totale, piombo, zinco, rame, nichel, cadmio, idrocarburi BTEX, idrocarburi totali.

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Tuttavia, 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 correttore di pH, oppure dal processo di potabilizzazione delle acque, dove viene aggiunto di ipoclorito di sodio NaClO per la disinfezione delle stesse.

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, dove vengono impiegati calcestruzzo (cromo), 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.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	26/75

Parametri biologici e fisiografico-ambientali

- STAR-ICMI;
- NISECI - Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche;
- IFF - Indice di Funzionalità Fluviale.

L'indice STAR_ICMI si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici.

Tali organismi in prevalenza larve di insetti, molluschi e crostacei colonizzano il fondo dei corsi d'acqua e presentano differenti sensibilità all'inquinamento. Quindi tale metodo è utile alla valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua.

Il suo indice viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza della componente macrobentonica riscontrabile nei siti fluviali ed è espresso in termini di Rapporto di Qualità ecologica (RQE), ossia del rapporto tra il valore del parametro biologico osservato e il valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento, ovvero le condizioni che si ritrovano in corrispondenza del "tipo" inalterato di corpo idrico considerato.

L'RQE relativo allo STAR-ICMI assume valori tra 0 (stato pessimo) e 1 (stato elevato) ed è suddiviso in 5 intervalli corrispondenti ad altrettante classi di stato ecologico, per fornire un risultato in accordo con quanto richiesto dalla legislazione Europea per i sistemi di classificazione.

Il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI) valuta naturalità e condizione biologica della fauna ittica di un corso d'acqua secondo i criteri della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE) e ribaditi a scala nazionale dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., i quali prevedono che per la definizione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali debba essere considerato l'Elemento di Qualità Biologica "fauna ittica", valutandone composizione, abbondanza e struttura di età.

Lo stato di qualità viene espresso anche in questo caso 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'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come sinergia tra il biotopo e la biocenosi del sistema acquatico e gli ecosistemi terrestri collegati ad esso.

Per il monitoraggio dei corpi idrici superficiali sono indagati i 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 è riassunto nella seguente tabella.

Le indagini e le analisi devono essere eseguite mediante l'utilizzo di metodiche standardizzate riconosciute a livello nazionale e internazionale.

Parametro
Temperatura acqua
Temperatura aria
pH
Conducibilità elettrica
Ossigeno disciolto
Solidi disciolti Totali (TDS)
Solidi Sospesi Totali (TSS)
Portata
Calcio
Sodio
Potassio
Magnesio
Cloruro
Cloro attivo libero
Fluoruro
Solfato
Alcalinità
Azoto nitrico / Nitrati
Azoto nitroso / Nitriti
Ammonio
Ferro
Cromo VI
Cromo Totale
BTEXs
Idrocarburi totali
Piombo
Zinco
Rame
Nichel
Cadmio
Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)
Indice NISECI
Indice STAR-ICMI

Tabella 3 - Parametri di monitoraggio per la componente acque superficiali.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	28/75

7.2.5 Metodiche e strumentazione

Misure di portata

Nelle campagne di monitoraggio la rilevazione della portata viene generalmente eseguita tramite misure correntometriche a guado con l'utilizzo di mulinelli provvisti di idonei set di eliche.

Prima di ogni campagna di misura con mulinello viene verificata l'efficienza e lo stato manutentivo della strumentazione e la sezione di misura viene predisposta al rilievo eseguendo la pulizia del fondo, delle sponde e dei manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore, tuttavia le verticali sono più frequenti laddove il fondo è irregolare. In linea di massima il numero totale di verticali da eseguire per le diverse larghezze del corso d'acqua è:

- per sezioni inferiori a 1 metro: 3 - 5 verticali;
- per sezioni tra 1 e 2 metri: 5 - 8 verticali;
- per sezioni tra 2 e 5 metri: 8 - 15 verticali;
- per sezioni tra 5 e 10 metri: 15 - 25 verticali;
- per sezioni tra 10 e 20 metri: 20 - 30 verticali;
- per sezioni tra 20 e 50 metri: 25 - 40 verticali;
- per sezioni tra 50 e 100 metri: 35 - 50 verticali.

In generale la distanza tra due verticali non deve essere superiore a 2,5 metri o ad 1/20 della larghezza del corso d'acqua per sezioni superiori a 50 metri. Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato).

Quando non è possibile utilizzare il mulinello (metodo correntometrico) a causa delle condizioni idrauliche, la portata può essere determinata con strumentazione Doppler, che sfrutta l'omonimo principio secondo il quale quando una sorgente sonora si muove rispetto ad un ricevente fermo avviene uno spostamento della frequenza sonora fra trasmittente e ricevente. Il correntometro usa il principio Doppler misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle (limi, microalghe, ecc.) che vengono trasportate in sospensione dalla corrente.

Per effettuare le misure di portata di corpi idrici caratterizzati da deflussi ridotti è possibile utilizzare anche il metodo volumetrico, che consiste nel misurare il tempo di riempimento di un recipiente di volume noto.

Nel caso di misure ripetute in periodi diversi sulla medesima sezione fluviale, le metodiche e le condizioni di misura sono il più possibile replicate al fine di favorire la confrontabilità dei dati.

Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento è realizzato tramite sonda a trappola immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero, preferendo punti ad elevata turbolenza ed evitando zone di ristagno nei pressi del fondo o delle sponde.

Durante la raccolta del campione viene compilata una scheda opportunamente predisposta e redatto un verbale di campionamento da trasmettere in copia al laboratorio di analisi. In occasione del

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 29/75

campionamento sono misurati in sito i parametri speditivi, quali: temperatura dell'acqua e dell'aria, conducibilità elettrica, pH e l'ossigeno disciolto. I loro valori sono determinati dalla media di tre misurazioni consecutive effettuate con sonde/strumenti sottoposti preventivamente a calibrazione. I contenitori utilizzati sono contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo che riportano le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

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

Indice STAR-ICMI

L'indice STAR-ICMI è stato derivato come strumento per l'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla comunità dei macroinvertebrati bentonici. Il suo nome deriva dal Progetto STAR ("Standardisation of river classifications: Framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive"), cofinanziato dalla Comunità Europea, nell'ambito del quale è stato sviluppato.

La metodologia STAR-ICMI è utilizzata in Italia e altri Paesi Europei per:

- valutare della qualità ecologica dei corsi d'acqua;
- definire i limiti di classe per tutti i metodi sviluppati o applicati successivamente e poter svolgere l'esercizio di intercalibrazione.

L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali e viene calcolato direttamente come Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), definito dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato. Esso può assumere valori tra 0 e 1 suddivisi in 5 intervalli di classi di stato ecologico (elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo) in accordo alla legislazione Europea per i sistemi di classificazione.

Lo STAR-ICMI è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: ASPT, $\text{Log}_{10}(\text{sel_EPTD}+1)$, 1-GOLD, Numero Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner (vedi Tabella 4). Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice è la Famiglia. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

Il calcolo dell'indice STAR-ICMI prevede 4 passaggi:

- calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono l'indice;
- conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato per il valore di

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	30/75

riferimento propri del tipo fluviale analizzato;

- calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti in Tabella 4;
- normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore calcolato di STAR-ICMI viene quindi attribuito un giudizio di qualità (elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo) come descritto sopra.

Metriche che compongono lo STAR_ICMI e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni et al., 2005; 2007, 2008; DM 260/2010).

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, 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	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

Tabella 4 - Metriche e peso attribuito per il calcolo dello STAR-ICMI.

Indice NISECI – Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche

Il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI) è stato elaborato sulla base dell'esperienza di applicazione dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche ISECI (Zerunian et al., 2009), individuato dal DM 260/2010, in applicazione del D.Lgs. 152/2006, come il metodo ufficiale per l'analisi della componente ittica nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali. L'ISECI è stato oggetto di un processo di validazione a scala nazionale e di intercalibrazione a scala europea, che ha portato a individuare la necessità di una serie di integrazioni e di modifiche tali da determinare la necessità di ridefinire la metodica stessa nel Nuovo ISECI.

Tale metodo di valutazione della fauna ittica per la classificazione dei corpi idrici fluviali, oltre alle metriche (composizione, abbondanza e struttura di età) definite dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, prende in considerazione anche la presenza di specie endemiche e quella di specie aliene e di ibridi. Il NISECI 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. Tali criteri si collegano con le

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	31/75

richieste della Direttiva 2000/60/CE, ribadite a scala nazionale dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., che prevedono di considerare l'Elemento di Qualità Biologica "fauna ittica" (in termini di composizione, abbondanza e struttura di età) per la definizione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali.

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. 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. Quindi per ciascuna stazione di campionamento è preliminarmente individuata in via teorica la comunità ittica attesa, in considerazione dei seguenti elementi:

- distribuzione delle specie (in relazione al quadro zoogeografico nazionale dei taxa presenti nelle acque interne italiane);
- ecologia della specie;
- periodo di campionamento (in relazione alla possibile presenza degli stadi adulti di specie migratrici).

L'individuazione della comunità ittica attesa tiene in considerazione eventuali indagini faunistiche pregresse, posizione geografica del corso d'acqua, tipo di habitat presente nel corso d'acqua in esame. Il campionamento è eseguito in ottemperanza al protocollo metodologico elaborato da APAT-ISPRA (2008). Il valore dell'indice multimetrico NISECI è calcolato come:

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

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".

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 suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 32/75

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).

Per quanto riguarda il metodo di calcolo delle metriche e submetriche si fa riferimento al sopracitato documento dell'ISPRA.

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna delle 5 classi previste. La 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 ha permesso di definire la seguente formula di conversione:

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

con i valori soglia riportati in Tabella 5.

Stato ecologico	Valori soglia NISECI	Valori soglia RQE Area alpina	Valori soglia RQE Area mediterranea
Elevato	$0.525 \leq NISECI$	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$	
Buono	$0.322 \leq NISECI < 0.525$	$0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$	$0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$
Moderato	$0.198 \leq NISECI < 0.322$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$
Scadente	$0.121 \leq NISECI < 0.198$	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$	
Cattivo	$NISECI < 0.121$	$RQE_{NISECI} < 0.20$	

Tabella 5 – Classi e relativi valori degli indici NISECI e RQE_{NISECI}.

Indice di Funzionalità Fluviale

L'indice di funzionalità fluviale consente di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale in merito alla funzionalità intesa come capacità autodepurativa derivante dall'interazione di vari sistemi biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. L'IFF è un'indagine che consiste in un'analisi critica delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema fluviale oggetto di studio. L'indagine è effettuata in un periodo compreso tra il regime idraulico di morbida e magra, in fase di attività vegetativa, e consiste in 14 domande relative ai comparti ambientali che costituiscono il fiume oggetto di studio, distinguendo tra sponda destra e sinistra poiché possono presentare caratteristiche notevolmente diverse, e alle risposte vengono assegnati dei pesi numerici raggruppati in quattro classi.

L'IFF è valutato risalendo il fiume da valle a monte e compilando una scheda per un tratto omogeneo rilevato. Questa scheda prevede l'inserimento di dati riguardanti il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Le domande contenute nella scheda sono relative ai seguenti aspetti:

- condizioni vegetative delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua;
- ampiezza dell'alveo bagnato e struttura delle rive;
- struttura dell'alveo;

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	33/75

- caratteristiche biologiche.

Dopo la compilazione della scheda è effettuata la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di IFF per ciascuna sponda, al valore di IFF viene associato il relativo Livello di funzionalità e Giudizio di Funzionalità consentendo di avere un giudizio sintetico sulle caratteristiche degli ecosistemi biotici e abiotici presenti.

Nel caso in esame, l'IFF è valutato sul Vallone del Corpo, in corrispondenza dell'opera di attraversamento VI17, per una lunghezza di circa 1 km (500 metri a monte e 500 metri a valle dell'opera), individuando i tratti omogenei del corso fluviale.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Tabella 6 - Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimento.

7.2.6 Programmazione temporale

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. Il rilievo degli indici IFF, ISECI e STAR-ICMI è previsto una sola volta in fase AO e PO e a cadenza semestrale in fase CO.

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. Per le fasi AO e PO è prevista una durata di 6 mesi, mentre per la fase di CO è prevista una durata di 3,3 anni.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 7 e localizzati nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

Misure	Posizione	Corso d'acqua monitorato	Ante Operam (6 mesi)	Corso d'Opera (3,3 anni)	Post Operam (6 mesi)
ASU01	Monte	Riu Pizziu	2 campagne	13 campagne	2 campagne
ASU02	Valle				

Tabella 7 – Punti e programmazione delle attività di monitoraggio delle acque superficiali.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 34/75

7.3 ACQUE SOTTERRANEE

7.3.1 Obiettivi

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'eventuale interferenza dell'opera con il sistema idrogeologico locale e prevenirne alterazioni attraverso efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

7.3.2 Normativa

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 normativi.

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. 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).

7.3.3 Siti

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è 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;



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	35/75

- 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.

Dall'analisi della situazione idrogeologica dell'area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere sono stati individuati i seguenti ambiti di maggiore sensibilità:

- aree per le quali si prevedono opere in sottterraneo,
- aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili, a causa delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

L'assetto idrogeologico locale è influenzato dalla presenza di una estesa falda in rete posta in corrispondenza delle successioni laviche di substrato. Tale falda si estende all'interno di tutta la dorsale morfologica interessata dalla realizzazione delle opere in progetto, anche se risulta fortemente condizionata dalla presenza di elementi strutturali e zone tettonizzate. La falda mostra un carattere chiaramente perenne e risulta alimentata sia dalle precipitazioni meteoriche che dal deflusso idrico sotterraneo proveniente dalla porzione più settentrionale dell'Altopiano di Abbasanta.

Nel tratto più settentrionale dell'area di studio, la falda di base mostra un andamento quasi tabulare e risulta posta a profondità variabili tra i 6 ed i 40 m dal p.c. Nel tratto più a sud, invece, la falda è posta a profondità comprese tra i 5 ed i 30 m circa dal p.c. e defluisce chiaramente verso il margine meridionale della dorsale, in direzione della piana alluvionale del Fiume Tirso. I gradienti idraulici evidenziati dalle ricostruzioni della superficie freatica risultano tendenzialmente in aumento verso i settori meridionali della zona di studio e, in generale, pienamente compatibili con quelli caratteristici di acquiferi fessurati.

I punti di misura sono posizionati al fine di poter valutare le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee ed il livello piezometrico della falda e di individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro conseguentemente ai lavori in atto.

Inoltre, per quanto riguarda le aree di captazione idrica, in seguito all'analisi degli studi geologici ed idrogeologici eseguiti sul territorio, sono state rilevate due sorgenti captate (ma asciutte nel periodo di rilievo) e un pozzo per uso irriguo, dei quali è previsto il monitoraggio in considerazione dell'importanza per l'economia locale legata all'agricoltura e all'allevamento.

Ne consegue che la rete di monitoraggio è costituita dai sopraccitati pozzi e sorgenti e da 8 piezometri come riportato in Tabella 8.

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 sono installati in modo tale da intercettare la falda, quindi presentano un tratto filtrante compatibile con lo spessore dell'acquifero.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 8 e localizzati nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

Punto	PK	Codice	Tipologia/Descrizione
ASO01	1+700	S1_BA	Piezometro Norton PVC 2 1/2" Quota 70,6 m slm Profondità 30 m Fenestrato da 6.0 a 27.0 m
ASO02	3+380	S4_BA	Piezometro Norton PVC 2 1/2" Quota 154,3 m slm Profondità 60 m Fenestrato da 21.0 a 51.0 m
ASO03	3+530	NUOVO PIEZOMETRO	
ASO04	4+120	S5_BA	Piezometro Norton PVC 2 1/2" Quota 186 m slm Profondità 40 m Fenestrato da 6.0 a 39.0 m
ASO05	5+250	S7_BA	Piezometro Norton PVC 2 1/2" Quota 178.2 m slm Profondità 50 m Fenestrato da 18.0 a 48.0 m
ASO06	5+650	NUOVO PIEZOMETRO	
ASO07	6+220	S9_BA	Piezometro Norton PVC 2 1/2" Quota 164.2 m slm Profondità 40 m Fenestrato da 18.0 a 48.0 m
ASO08	7+630	S10_BA	Piezometro Norton PVC 2 1/2" Quota 163 m slm Profondità 30 m Fenestrato da 6.0 a 27.0 m
SOR01	1+950	S1BA	Sorgente
SOR02	7+250	S2BA	Sorgente
POZ01	5+100	P1BA	Pozzo

Tabella 8 - Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	37/75

7.3.4 Parametri

I parametri indagati sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività di realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, quali ad esempio gli scarichi di cantiere, eventuali sversamenti accidentali, infiltrazioni delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di cantiere e stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

Il monitoraggio sulla presente componente prevede indagini quantitative e indagini qualitative.

Indagini quantitative

Livello statico/piezometrico

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 la raccolta di dati per le curve di ricarica e di esaurimento della falda.

All'avvio del monitoraggio sono raccolte tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto anche mediante sopralluoghi e sono redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

Indagini qualitative

Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici indagati sono: temperatura, pH e conducibilità elettrica.

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

Parametri chimici

I parametri chimici analizzati sono: calcio, sodio, potassio, magnesio, cloruri, cloro attivo, fluoruri, solfati, bicarbonati, nitrati, nitriti, ammonio, solidi disciolti totali (TDS), solidi sospesi totali (TSS), ferro, cromo totale, piombo, zinco, rame, nichel, cadmio, idrocarburi totali.

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 determinano, tramite misure di campagna e/o di laboratorio, i parametri riportati in Tabella 9. I set

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	38/75

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. Le indagini e le analisi sono eseguite mediante l'utilizzo di metodiche standardizzate riconosciute a livello nazionale e internazionale.

Attività di campo
Misura del livello statico/piezometrico
Misure dei parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno)
Indagini di laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici
Alcalinità
Solidi Disciolti Totali (TDS)
Solidi Sospesi Totali (TSS)
Calcio
Magnesio
Sodio
Potassio
Cloruro
Cloro attivo libero
Fluoruro
Solfato
Azoto nitrico / Nitrati
Azoto nitroso / Nitriti
Ammonio
Ferro
Cromo Totale
Piombo
Zinco
Rame
Nichel
Cadmio
Idrocarburi Totali

Tabella 9 - Parametri di monitoraggio delle acque sotterranee.

7.3.5 Metodiche e strumentazione

Misure in situ

Le misure del livello statico sono effettuate mediante sonda elettrica (freatimetro) dotata di cavo marcato al centimetro. La misura è effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile, la cui altezza rispetto al suolo è indicata nella scheda di misura.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 39/75

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua è effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico con un'approssimazione di mezzo grado. L'ossigeno disciolto è determinato tramite apposita sonda, il pH e la conducibilità elettrica sono determinati con pH-metro e conducimetro elettronici. Tali strumenti sono calibrati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro riportando i risultati di tali operazioni su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, possono essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti sono eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi con l'obiettivo di mantenere il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio AO, il soggetto incaricato di tale attività deve provvedere a:

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

Il rilievo dei parametri fisico-chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua è eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro fino alla stabilizzazione delle condizioni idrochimiche. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si cerca di eseguire i rilievi e/o il prelievo di campioni in condizioni idrologiche di minima/massima (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 è preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua utile a scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. A tale fine, lo spurgo è effettuato a basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi. Con la stessa pompa si provvede a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- 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 sia praticabile, deve essere utilizzato un recipiente ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche e riempire le bottiglie evitando di lasciare aria tra pelo libero e tappo.

I contenitori utilizzati sono contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo che riportano le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo/piezometro;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo è redatto un verbale di campionamento che viene trasmesso in copia al laboratorio di analisi. Per impedirne il deterioramento, i campioni sono stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati in casse refrigerate al laboratorio di analisi entro ventiquattro ore dal prelievo. Le

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 40/75

analisi di laboratorio sono effettuate presso laboratori certificati e accreditati (UNI CEN EN ISO 17025) che seguono le metodiche standard in uso, quali, ad esempio, le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni sono accompagnate da idoneo certificato e la loro affidabilità e precisione sono assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi.

7.3.6 Programmazione temporale

Come indicato in Tabella 10, il monitoraggio delle acque sotterranee è eseguito nelle 3 fasi AO, CO e PO e prevede:

- analisi chimico-fisiche speditive in-situ;
- campionamenti e analisi chimiche di laboratorio.

In fase AO e PO sono previste 2 campagne nell'arco di 6 mesi, mentre in CO sono previste campagne trimestrali.

Misure	Parametri	Ante Operam (6 mesi)	Corso d'Opera (3,3 anni)	Post Operam (6 mesi)
ASO01	Parametri speditivi + campionamento e analisi di laboratorio	2 campagne	13 campagne	2 campagne
ASO02				
ASO03				
ASO04				
ASO05				
ASO06				
ASO07				
ASO08				
SOR01				
SOR02				
POZ01				

Tabella 10 - Punti e programmazione delle attività di monitoraggio per la componente acque sotterranee.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

7.4 SUOLO

7.4.1 Obiettivi

Il monitoraggio della componente suolo 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 in primo luogo 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 secondo luogo, il monitoraggio della componente suolo è volto a verificare le modalità di conservazione dei cumuli di terreno vegetale derivante dalle attività di scotico superficiale delle aree di lavoro/cantiere e destinato al riutilizzo nell'ambito dei lavori. Tale monitoraggio controlla l'efficacia delle cure manutentive attuate sui cumuli dall'Appaltatore per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno scotico.

7.4.2 Normativa

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;
- 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)".

7.4.3 Siti

I punti di monitoraggio in situ sono localizzati all'interno delle aree di cantiere sottoposte ad occupazione temporanea, quali le aree tecniche, le aree destinate allo stoccaggio dei materiali da costruzione e da scavo da riutilizzare al termine dei lavori, ecc.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

7.4.4 Parametri

Il monitoraggio del suolo prevede la raccolta delle informazioni relative all'uso del suolo (capacità d'uso, pratiche colturali, ecc.) precedente all'insediamento del cantiere e la descrizione del profilo e della classificazione pedologica, tramite l'accertamento dei parametri: pedologici, chimico-fisici, chimici, topografico-morfologici e piezometrici.

Per ogni punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, sono registrati i parametri stazionali dell'area di appartenenza, quali: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda. Nella descrizione del profilo del suolo sono 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'acido cloridrico (HCl). Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico sono documentati anche con fotografie.

Descrizione del profilo

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

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 il quale sono 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: riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Microrilievo: descrizione di caratteri specifici del rilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

Codice	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:

Codice	Descrizione
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire 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: sufficiente 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
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: numero, lunghezza, larghezza e profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in un'area di circa 100 mq;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio;
- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo;
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale determinata attraverso la classe di permeabilità attribuibile allo stato a granulometria più fine presente nel suolo secondo 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: definita in base alle seguenti classi:

Classe	Descrizione
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
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

Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici si riferiscono al suolo e al suo profilo e comprendono le caratteristiche degli orizzonti individuati ed ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguiti dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Gli esiti delle indagini riportano 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 "SoilTaxonomy - U.S.D.A.":

Classe tessiturale (codice)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
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 formare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati) o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); sono definiti "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	CaCO ₃ ≤ 0,1%
1	Effervescenza molto debole	CaCO ≈ 0,5%
2	Effervescenza debole	CaCO ₃ 1÷2%
3	Effervescenza forte	CaCO ₃ ≈ 5%
4	Effervescenza molto forte	CaCO ₃ ≥ 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 sono rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determinano in entrambi i contesti.

Parametri chimici

In laboratorio sono effettuate le determinazioni dei parametri riportati di seguito utilizzando i metodi elencati o altri metodi certificati nei riferimenti normativi, se non diversamente specificato. I parametri sono:

- Capacità di scambio cationico: valutata 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 la successiva determinazione 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.

Durante le fasi AO, prima di eseguire lo scotico del terreno, e PO, dopo aver eseguito i ripristini a fine lavori, sono determinati i parametri riportati in Tabella 12 al fine di verificare le caratteristiche dei suoli. Il monitoraggio della fase CO è riferito ai cumuli di terreno che vengono formati a seguito dell'attività di scotico e sono depositati temporaneamente in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde), sono effettuate analisi per definire una lista delle specie autoctone, sinantropiche ed infestanti reperite sui cumuli. I parametri indagati per verificare l'efficacia delle cure manutentive attuate sui cumuli dall'appaltatore e assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno stoccato sono elencati in Tabella 11.

Parametri suolo – cumuli (fase CO)	
Parametri da rilevare in situ	Provenienza e destinazione del cumulo
	Altezza del cumulo
	Pendenza scarpate
	Verifica attecchimento idrosemina (% superficie del cumulo inerbita)
	Presenza specie autoctone, sinantropiche ed infestanti
	Presenza commistione di terreno sterile e vegetale

Tabella 11 - Parametri di monitoraggio dei cumuli di suolo depositati in cantiere (fase CO).

Parametri suolo (fasi AO e PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico-fisici (rilievi 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

Tabella 12 - Parametri di monitoraggio del suolo nelle aree sottoposte ad occupazione temporanea (fasi AO e PO).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	48/75

7.4.5 Metodiche e strumentazione

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 del suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, cioè di dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

Un 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)), che consiste 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).

Nel caso in esame, le caratteristiche dei suoli sono studiate mediante l'esecuzione di scavi con escavatore meccanico a benna rovescia e la conseguente descrizione del profilo. Le caratteristiche dei suoli sono investigate e descritte fino a profondità massima di 1,5 m mediante l'esecuzione di scavi (di larghezza minima di 2 m) che consentono accurate descrizioni dei profili pedologici.

Preliminarmente allo scavo si registrano i riferimenti geografici e temporali delle indagini ed i caratteri stazionali dell'area in esame. Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo sono documentati fotograficamente. In corrispondenza di ogni punto di monitoraggio viene prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni chimiche di laboratorio.

Preliminarmente alle attività di campagna, è opportuno effettuare dei sopralluoghi preparatori con lo scopo di verificare l'idoneità dei siti prescelti 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).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, sono 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 considera una profondità standard del profilo di 1,5 metri, mentre la larghezza è pari ad almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio), si tiene separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, suddividendoli in due mucchi ben distinti da stoccare temporaneamente su fogli di plastica o teloni. Nella fase di riempimento il cotico erboso è riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori.



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	49/75

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza) è 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 igrofite (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 limita 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 che funzioni da sifone, ma le operazioni di descrizione sono comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile è comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione sono ripulite accuratamente e, se una parte molto umida è in contrasto con una parte poco umida, è consigliabile attendere (tempo e condizioni ambientali permettendo) che la superficie più umida si sia in parte asciugata. Nel caso di suoli od orizzonti con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie è 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 in modo uniforme grattando la superficie con un coltello od una cazzuola 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 è opportuno inumidire con un nebulizzatore la faccia del profilo prima della ripresa fotografica, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici. Per sottolineare questi aspetti, è possibile suddividere la faccia in due porzioni tramite l'apposizione del nastro graduato delle profondità nel mezzo del profilo e bagnando solo una metà dello stesso, 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.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 50/75

Dopo lo scatto delle fotografie si passa 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.

7.4.6 Programmazione temporale

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;
- Corso d'Opera (CO), utile a verificare l'adeguato mantenimento dei cumuli di terreno vegetale derivante dallo scotico iniziale e da reimpiegare nelle attività di ripristino;
- 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 nelle fasi di AO e PO prevedono una campagna, mentre per la fase CO sono previste campagne semestrali per tutta la durata dei lavori, ovvero 3,3 anni nel caso in esame. In Tabella 13 è riportata la programmazione delle attività di monitoraggio.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 13 e localizzati nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

Misure	Area di cantiere	AO	CO (cumuli)	PO
SUO_01	AS.01/DT.01	1 campagna	Campagne semestrali	1 campagna
SUO_02	AT.01	1 campagna		1 campagna
SUO_03	AT.04	1 campagna		1 campagna
SUO_04	AS.02/DT.02	1 campagna	Campagne semestrali	1 campagna
SUO_05	AT.05	1 campagna		1 campagna
SUO_06	DT.03	1 campagna	Campagne semestrali	1 campagna
SUO_07	DT.04	1 campagna	Campagne semestrali	1 campagna

Tabella 13 – Punti e programmazione delle attività di monitoraggio per la componente suolo.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

7.5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

7.5.1 Obiettivi

Il monitoraggio ambientale relativo all'ambito vegetazionale, floristico e faunistico consiste nel documentare lo stato delle componenti prima dell'esecuzione dei lavori (AO) e seguirne l'evoluzione nelle successive fasi di monitoraggio (CO e PO). Le indagini valutano sia gli aspetti botanici che i popolamenti faunistici con lo scopo di verificare la situazione ambientale durante e in seguito alle attività di costruzione dell'opera, rilevare eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

7.5.2 Normativa

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

Normativa comunitaria

- 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



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	52/75

attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, 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 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 PMA delle componenti in oggetto è redatto in conformità agli Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”.

7.5.3 Siti

Le aree da monitorare sono scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti di maggior pregio naturalistico, secondo i seguenti criteri:

- rappresentatività: in relazione alle unità vegetazionali intese come ambiti naturalistici a diversa identità faunistica;
- sensibilità: aree caratterizzate da un particolare valore naturalistico e/o da fragilità degli equilibri in atto (es. aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale);
- presenza di cantieri/lavorazioni particolarmente critiche sotto il profilo dell’impatto potenziale sulla vegetazione e fauna;
- aree oggetto di ripristino a seguito di occupazione temporanea per le attività di costruzione dell’opera.

Nel territorio sardo sono numerosi gli ambiti di tutela naturalistica (siti compresi in Natura 2000) e gli habitat di specie a priorità di conservazione. In prossimità dell’area di intervento si segnala la presenza del sito SIC ITB031104 Media Valle del Tirso e Altopiano di Abbasanta - Rio Siddu e il Parco Regionale “Sinis Montiferru”.

In riferimento, quindi, alla sensibilità del territorio in cui permangono caratteri di naturalità e di seminaturalità dovuti all’alternanza di aree agricole ad aree incolte, si ritiene opportuno concentrare il monitoraggio per desumere informazioni utili alla verifica di:

- sottrazione di vegetazione naturale, in particolare elementi di pregio naturalistico;
- alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell’opera;
- interruzione o alterazione di corridoi ecologici;
- sottrazione o alterazione di habitat faunistici.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

7.5.4 Parametri

Di seguito sono indicati i parametri oggetto di monitoraggio per le componenti in esame.

Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora nelle aree di monitoraggio è effettuata attraverso tre tipi di indagine:

- censimento floristico;
- rilievo fitosociologico.

Tali indagini forniscono una misura del livello di antropizzazione delle aree di indagine ed un termine di confronto degli esiti dei monitoraggi nelle varie fasi AO, CO e PO e permettono di evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Fauna

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

L'avifauna può fungere da efficace indicatore della qualità ambientale e costituisce un elemento di fondamentale importanza sia per la corretta valutazione di eventuali incidenze del progetto in esame, sia per le eventuali attività di monitoraggio connesse a quest'ultimo. In corrispondenza dei tratti a maggior naturalità, si prevede, inoltre, di estendere l'indagine ai mammiferi ed ai rettili.

Nell'ambito del presente PMA sono previsti i censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- mammiferi terrestri;
- rettili;
- avifauna.

Il monitoraggio dell'ittiofauna è considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice NISECI.

7.5.5 Metodiche e strumentazione

La localizzazione precisa delle aree di indagine è definita in loco in fase AO al fine di scegliere le aree più idonee al monitoraggio. Tali aree sono georeferenziate mediante l'utilizzo di GPS, delimitate con paletti, per rendere agevole il ritrovamento negli anni successivi di monitoraggio, e dotate di cartello identificativo per evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree sono effettuate le analisi descritte nei paragrafi seguenti, dove sono riportati anche i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	54/75

Vegetazione e flora

Il monitoraggio in esame prevede il censimento floristico e, in questo ambito, la valutazione di un indice di naturalità messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989 e basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione; codice 9; S. Pignatti, 1982) e quelli eurimediterranei (omonima categoria corologica; S. Pignatti, 1982). Questo indice fornisce una misura del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse e permette di confrontare gli esiti dei monitoraggi nelle varie fasi AO, CO e PO.

Inoltre, viene valutato il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" che permette di evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura in quanto la presenza di specie sinantropiche è correlata al livello di antropizzazione dell'area.

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

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (codice 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.

Ricapitolando, in corrispondenza di ciascuna area indagata sono ricavati un indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area), un indice di naturalità (rapporto corotipi multizonali/corotipi eurimediterranei) e un indice di sinantropicità (rapporto differenza specie presenti e sinantropiche/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).

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list ed elaborati grafici. Nelle schede di indagine le specie sinantropiche sono contrassegnate con *Sin*, le specie vegetali rare o molto rare in Italia sono contrassegnate dalle sigle *R* e *RR* rispettivamente e quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con *r* e *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 (contrassegnate con LR, 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.

Il monitoraggio delle comunità vegetali prevede, inoltre, l'esecuzione di rilievi fitosociologici secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958). Tali indagini permettono (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note, una loro classificazione gerarchica in termini di naturalità nella fase AO e la valutazione di un eventuale scostamento da tali categorie nelle successive fasi di CO e PO.

In definitiva viene redatta una Carta Fisionomica Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica e/o su ortofoto.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 55/75

Con particolare riferimento alla fase PO, il monitoraggio ambientale delle componenti vegetazionali ha, inoltre, la finalità di verificare che l'impianto nelle aree sottoposte a rinaturalizzazione (aree a verde di progetto) sia realizzato in coerenza con il progetto e con il capitolato speciale delle opere a verde di RFI (Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezione 15 "Opere a Verde" Prot. RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30/06/2014). Si fa presente che, nell'ambito della suddetta verifica, l'attecchimento degli impianti è a carico dell'appaltatore, mentre le attività previste dal presente PMA sono volte a verificare la corretta manutenzione degli impianti vegetativi.

Rilievo della composizione floristica

I censimenti della flora sono realizzati lungo fasce di interesse di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine. L'indagine è realizzata percorrendo due itinerari paralleli al tracciato in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale alla linea ferroviaria, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originaria, da quella della fascia distale, meno esposta, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando, con il procedere dei tratti, l'incremento delle specie censite è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.

Il riconoscimento delle specie è effettuato in campo quando il campione è certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi vengono portati in laboratorio per un'analisi più approfondita. Tale riconoscimento prevede di segnare e foto-documentare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico. Inoltre, per evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, sono distinte le entità sinantropiche presenti nelle due fasce.

Rilievo fitosociologico con metodo Braun-Blanquet

Il rilievo fitosociologico consente di registrare la presenza delle specie vegetali naturali ed alloctone invasive e di verificarne l'espansione e la contrazione nel corso del tempo, con l'obiettivo di individuare eventuali variazioni prodotte nella struttura delle formazioni vegetali.

Le stazioni di rilevamento vengono identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), congruente col minimo areale di sviluppo del popolamento indagato, viene effettuato il censimento delle entità floristiche presenti, che è successivamente registrato sulla scheda di rilevamento insieme alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928), che prevede la delimitazione dell'area di indagine con una fettuccia metrica e, nel caso di vegetazione pluristratificata, il rilievo separato delle specie dei diversi strati (arboreo, arbustivo ed erbaceo). Il metodo di Braun-Blanquet permette in definitiva di determinare: strato, composizione floristica, copertura, forma, fisionomia e struttura della vegetazione.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	56/75

Fauna

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

- indagini sull'Avifauna;
- fauna mobile terrestre – Mammiferi medi e piccoli;
- fauna mobile terrestre – Anfibi e Rettili.

I censimenti sono condotti lungo i transetti significativi mediante il metodo del “Visual census” e, per l'avifauna, mediante punti o transetti con l'ascolto al canto (Vocal count) e osservazione visiva standard (Direct count). La durata indicativa di ciascun punto o transetto di ascolto/osservazione è di 10-15 minuti. La caratterizzazione delle presenze è implementata anche mediante raccolta di elementi testimoniali di eventuali siti riproduttivi, tracce, siti rifugio, ecc.

Il monitoraggio permette quindi di evidenziare eventuali compromissioni delle aree potenzialmente interferite dai lavori.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento è rappresentata in un opportuno elaborato grafico a scala adeguata (es. 1:1.000) su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento sono riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

Indagini sull'avifauna

Le comunità ornitiche sono caratterizzate da un'elevata mobilità e sensibilità ai cambiamenti di habitat, quindi la loro osservazione permette di rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo. La metodologia di indagine prevista per i rilievi è particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, quali le unità agroecosistemiche e gli ambienti che si sviluppano linearmente, come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

In corrispondenza di ciascuna area indagata, in base ai censimenti condotti lungo gli opportuni transetti ed effettuati come sopra descritto, sono sintetizzati i seguenti indicatori:

- indice di ricchezza totale (N° specie in totale);
- presenza/assenza di specie tutelate e/o di interesse conservazionistico per l'avifauna;
- rapporto non passeriformi/passeriformi;
- la valutazione qualitativa delle specie di uccelli nidificanti nell'area.

Lo studio dell'avifauna è condotto sulla comunità delle specie nidificanti campione attraverso la metodologia Transect Method ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976). Tale metodologia prevede l'analisi ed elaborazione dei seguenti parametri e indici:

- S - ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo. Questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale dello stesso (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961);
- H - indice di diversità definito attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963), calcolato come $H = - \sum p_i \ln p_i$, dove “ p_i ” è la frequenza (Fr) dell'i-esima specie ed “ln” il logaritmo naturale. Questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi. In

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	57/75

pratica, ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;

- J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964), calcolato come $J = H/H_{max}$, dove $H_{max} = \ln S$. L'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui). Tale indice varia tra 0 e 1;
- % non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi. Il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochot, 1970);
- d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.
- A = 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.

Lo studio dell'avifauna è condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi attraverso:

- il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts);
- il rilievo su transetti lineari.

Le metodologie di riferimento sono approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio ITALIANO Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici). Le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) possono inoltre richiedere l'applicazione di 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). Le specie coloniali (es. laridi, ardeidi) richiedono anch'esse tecniche specifiche per stimare le densità delle colonie individuate.

Si segnala che il tracciato di progetto passa in vicinanza di alcune areali nei quali è stata riscontrata la presenza della Gallina Prataiola, specie minacciata (Collar et al.1994) e iscritta nell'allegato I della direttiva UE "Uccelli".

Fauna mobile terrestre – Mammiferi/Anfibi e Rettili

Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti della linea, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevare i mammiferi. Il principale obiettivo di questo tipo d'indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Le specie sono rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i mammiferi con abitudini notturne. In questi casi si prendono in considerazione le tracce, le feci, gli scavi e le tane, delle quali si misurano le dimensioni (lunghezza, larghezza e profondità).

Le tracce di mammiferi sono identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. In taluni casi, per avere ulteriori conferme, sono prelevati campioni per sottoporli a

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	58/75

successive indagini: al microscopio binoculare viene effettuato il riconoscimento dei resti alimentari, mentre al microscopio ottico vengono analizzati gli eventuali campioni di peli rinvenuti ed opportunamente trattati.

È opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, è necessario effettuare rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione. Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza dell'indagine ed ottenere risultati utili a conoscere sufficientemente almeno la presenza/assenza delle specie sul territorio, sono effettuati due giorni di rilevamenti in campagna per ciascuna area campione.

I risultati di questo tipo d'indagine permettono di analizzare le possibili interferenze tra la linea ferroviaria ed i vertebrati rinvenuti, avanzare ipotesi da verificare nelle fasi successive e suggerire, ove necessario, opportuni accorgimenti al fine di mitigare gli impatti specifici ed in particolare l'effetto barriera.

I dati che vengono raccolti sono i seguenti:

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

I luoghi di ritrovamento dei campioni sono fotografati e indicati sulle carte di progetto (in scala 1:1.000) tramite i coni visuali, al fine di uno specifico posizionamento in coordinate geografiche.

Nell'indagine relativa alla fauna mobile terrestre, la corretta attribuzione dei reperti è verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici, quali:

- S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermod e J.M. Weber, 1982, Atlas des poils the mammifères d'Europe. Neuchâtel Institute de Zoologie;
- M.G Day, 1966, "Identification of hair and theather remains in the gut and faeces of stoats and weasels". Journal of zoology, London, 148: 201-217;
- Lang A., 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli ed.;
- Brown R.W., Lawrence M.J., Pope J., 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.;
- Corbet, Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore;
- Stokes D., 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides;
- Arnold, Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore.

Sono inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

7.5.6 Programmazione temporale

Il monitoraggio delle componenti vegetazione, flora e fauna è eseguito in tutte le fasi AO, CO e PO.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 14 e Tabella 15 e localizzati nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

Flora e vegetazione

Per la vegetazione i rilievi in campo sono effettuati preferibilmente nel periodo primaverile e nel periodo tardo estivo, escludendo il periodo estivo, caratterizzato da alte temperature e clima secco, e il periodo invernale, in cui le temperature risultano essere molto basse e avverse alla vegetazione.

Punto	PK	Attività	AO (6 mesi)	CO (3,3 anni)	PO (6 mesi)
VEG01	2+200	<u>Censimento floristico</u> Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera	2 campagne	2 campagne/anno	2 campagne
VEG02	5+400				
VEG03	6+200	<u>Rilievo fitosociologico</u> Comunità vegetali - rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet			
VEG04	7+750				

Tabella 14 - Punti e programmazione delle attività di monitoraggio per la componente vegetazione.

Nella fase PO sono previste le medesime indagini svolte in fase AO in un periodo di 6 mesi e la verifica dello stato fitosanitario delle specie messe a dimora (opere a verde/ripristini ambientali) con 2 indagini all'anno per un periodo di 5 anni.

Fauna

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

Punto	PK	Attività	AO (1 anno)	CO (3,3 anni)	PO (1 anno)
FAU01	2+200	Avifauna Mammiferi Anfibi e rettili	4 campagne	4 campagne/anno	4 campagne
FAU02	6+200				

Tabella 15 - Punti e programmazione delle attività di monitoraggio per la componente fauna.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	60/75

7.6 PAESAGGIO

7.6.1 Obiettivi di monitoraggio

Il monitoraggio della componente paesaggistica ha lo scopo di analizzare lo stato dei luoghi (contesto paesaggistico ed area di intervento) prima, durante e al termine dell'esecuzione delle opere per accertarne:

- la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dagli eventuali vincoli presenti,
- la congruità con i criteri di gestione dell'immobile o dell'area,
- la coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.

Gli elementi per la valutazione di compatibilità paesaggistica si basano su una simulazione dettagliata dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto. Tale valutazione viene effettuata con tecniche di fotomodellazione realistica (rendering computerizzato o manuale del progetto e sovrapposizione alle foto dello stato di fatto) su un adeguato intorno dell'area di intervento, desunto dal rapporto di intervisibilità esistente (punti di osservazione), per verificare compatibilità e adeguatezza delle soluzioni nei riguardi del contesto paesaggistico.

7.6.2 Normativa

Normativa Europea

- Convenzione Europea del Paesaggio, Firenze, 20 ottobre 2000.

Normativa Nazionale

- Legge 29 giugno 1939, n. 1497, Protezione delle bellezze naturali;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431, Legge Galasso;
- D. Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490, Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali;
- D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, Codice beni culturali e paesaggistici;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 dicembre 2005, Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42;
- Legge n. 14 del 9 gennaio 2006, Legge di ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, stipulata a Firenze il 20 ottobre 2000.
- D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 62, Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione ai beni culturali;
- D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 63, Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio;
- D.P.R. 9 luglio 2010, n. 139, Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del D.Lgs. 22



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	61/75

gennaio 2004, n. 42, e s.m.i. - Codice dei beni culturali e del paesaggio;

- Decreto Legge luglio 2011, n.70, Modifiche al procedimento di autorizzazione paesaggistica - circolare esplicativa (Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee, circolare 08.11.2011 n. 24);
- Decreto Legge 5/2012 (portante modifiche alla Legge 227/2001), che introduce, nella Sezione V - Semplificazioni in materia di agricoltura, specifiche norme sul restauro del paesaggio rurale.

Normativa Regionale

- Linee guida per il lavoro di predisposizione del piano paesaggistico regionale - Legge regionale 25 novembre 2004, n. 8, art. 2 comma 7.

7.6.3 Siti

Le indagini relative alla componente paesaggio svolte tramite telerilevamento interessano:

- tutto il territorio dove è prevista la realizzazione delle tratte/nodo ferroviario, ivi compresi i tratti di interconnessione, per una fascia minima di 100 metri da ciascun lato della linea;
- le aree di cantiere e le aree limitrofe per una fascia minima di 100 metri intorno al loro confine;
- le aree di particolare interesse naturalistico limitrofe alla linea.

Per quanto riguarda i rilievi fotografici, i punti di osservazione e rappresentazione fotografica sono individuati e ripresi nelle aree dove l'inserimento dell'opera determina un impatto medio o alto sulla componente in esame secondo i criteri contenuti negli studi paesaggistici. Tali punti di rilievo sono ubicati in luoghi di normale accessibilità lungo percorsi panoramici, dai quali è possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio. In particolare, la rappresentazione dei prospetti e degli skylines è estesa anche agli edifici contermini secondo le principali prospettive visuali da cui l'intervento è visibile. Non sono eseguite fotografie da punti e luoghi non accessibili da tutti.

Per l'opera in esame, i punti di ripresa fotografica sono in corrispondenza dei tratti ferroviari all'aperto con particolare riferimento ai rilevati e viadotti che vanno a modificare più significativamente il paesaggio, ovvero all'inizio del tracciato, nel comune di Solarussa, e nell'ultimo tratto del tracciato, nel comune di Paulilatino.

7.6.4 Parametri

Il monitoraggio della componente paesaggio si esplica attraverso diverse attività finalizzate alla redazione del Report sul Paesaggio, comprensivo di rappresentazioni in elaborati grafici.

A tal fine, il Report individua:

- lo stato attuale del bene paesaggistico interessato;
- gli elementi di valore paesaggistico in esso presenti, nonché le eventuali presenze di beni culturali tutelati di cui alla parte II del Codice del Paesaggio (D. Lgs. 42/2004 e s.m.i.);
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e compensazione necessari.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 62/75

È possibile articolare il Report in diverse fasi che prevedono:

- il riconoscimento dei beni e l'acquisizione delle informazioni;
- la loro descrizione e caratterizzazione;
- la valutazione delle criticità;
- gli indirizzi normativi di riferimento.

7.6.5 Metodiche e strumentazione

Il monitoraggio della componente paesaggio prevede due tipologie differenti di rilevazioni:

- rilievo aerofotogrammetrico;
- rilievo a terra con punti di ripresa fotografica.

Il rilievo aerofotogrammetrico consiste nell'acquisizione (preferibilmente mediante ripresa aerofotogrammetrica eseguita con drone) a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente attraverso tecniche di telerilevamento, che prevedono:

- l'esecuzione del volo di ripresa aerofotogrammetrica;
- la produzione di fotogrammi stereoscopici;
- la produzione di ortofoto digitali a colori.

Scopo principale della ripresa aerotrasportata è l'acquisizione di dati attraverso i quali poter analizzare le aree di indagine in termini di uso del suolo e di eventuali stress presenti nella vegetazione naturale e di fornire elementi per l'analisi di dettaglio della vegetazione naturale attraverso processi di stratificazione dei dati di immagine.

A tal fine la ripresa aerea è effettuata con strumentazione dotata di GPS differenziale e Sistema di Navigazione Inerziale (POS) in un intervallo di acquisizione di massimo 3 ore giornaliere centrate sulle ore 12,00 solari (10,30 - 13,30 allo scopo di evitare l'effetto ombra), con una copertura nuvolosa massima del 5%, in buone condizioni di trasparenza atmosferica (in relazione all'umidità e al pulviscolo atmosferico) e in un preciso momento dello stato vegetativo per cogliere l'eventuale stress della vegetazione.

La quota e la durata del volo sono definiti in maniera precisa per ottenere delle immagini con una risoluzione geometrica al suolo pari ad almeno 1,0 m, al fine di ottenere un numero di pixels utile all'analisi delle chiome degli alberi, e con un'accuratezza geometrica compresa tra 1 e 2,5 m.

Il rilievo a terra con punti di ripresa fotografica è eseguito congiuntamente ai rilievi aerofotogrammetrici per consentire una più attenta analisi dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico. Infatti, i punti di ripresa fotografica sono quelli che, in base agli studi paesaggistici effettuati, possono rivelare un'alterazione della percezione scenica dei luoghi relativamente al rapporto opera-paesaggio.

Per quanto riguarda il rilievo fotografico viene prodotta una documentazione costituita da schede monografiche di dettaglio dei punti individuati e un elaborato grafico dove sono individuati planimetricamente i coni ottici di ripresa delle fotografie.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 63/75

Elaborazione delle immagini e output

Le immagini acquisite sono elaborate allo scopo di derivare dati quali-quantitativi sullo stato della copertura vegetale e per indirizzare le indagini di campo attraverso la stratificazione dei dati di immagine. L'elaborazione consiste nelle seguenti attività:

- correzioni radiometriche ed atmosferiche realizzate allo scopo di rendere comparabili i dati di immagine acquisiti in condizioni diverse di illuminazione (azimut e zenit solari, trasparenza atmosferica);
- correzioni geometriche realizzate allo scopo di ottenere ortofoto sovrapponibili alla cartografia in scala 1:10.000.

L'obiettivo di queste correzioni è raggiunto utilizzando:

- un DTM di dettaglio delle aree di indagine con risoluzione non superiore a 20x20 m;
- i dati raccolti dal GPS e dal Sistema di Navigazione Inerziale.

La precisione della correzione deve essere compresa tra ± 2 pixels. Gli output delle indagini eseguite mediante i metodi descritti nei paragrafi precedenti sono opportunamente elaborati in modo da fornire delle valutazioni oggettive e funzionali ad un confronto tra la situazione AO, CO e PO.

Le elaborazioni da eseguire sono le seguenti:

- evidenziazione della vegetazione sottoposta a stress; a tale scopo sono utilizzati modelli quali il NDVI (Normalized Differences Vegetation Index). Un indice normalizzato in grado di rivelare l'attività fotosintetica della vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo. L'indice è calcolato partendo da immagini satellitari o acquisite tramite volo con drone prodotte da sensori che acquisiscono nello spettro del rosso (R: 0,7 μm) e del vicino infrarosso (NIR: 0,9 μm) e valuta la presenza di attività fotosintetica mettendo in relazione lo spettro del rosso, in cui c'è assorbimento da parte della clorofilla, e quello del vicino infrarosso in cui le foglie riflettono la luce per evitare il surriscaldamento. I valori dell'indice sono tipicamente compresi tra -1 e +1. La presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0,2. L'indice così determinato può essere confrontato con una serie storica di valori e permette, quindi, di rilevare e identificare eventuali anomalie;
- segmentazione delle immagini con lo scopo di assistere la fase di campionamento della copertura vegetale direttamente in campo.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 64/75

7.6.6 Programmazione temporale

Il monitoraggio del paesaggio prevede indagini nelle tre fasi AO, CO e PO come meglio specificato in Tabella 16, dove è riportata l'indicazione delle postazioni di rilievo e la frequenza delle attività di monitoraggio nelle diverse fasi. Nel complesso sono previste 2 aree di indagine, come riportato nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

Punto	Ante Operam (6 mesi)	Corso d'Opera (3,3 anni)	Post Operam (X mesi)
PAE 01	1 campagna	6 campagne	1 campagna
PAE 02	1 campagna	6 campagne	Una campagna

Tabella 16 – Punti e programmazione delle attività di monitoraggio per la componente paesaggio.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	65/75

7.7 RUMORE

7.7.1 Obiettivi

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'impatto acustico generato dal cantiere durante la costruzione dell'opera in progetto e di verificare il rumore ferroviario prodotto dall'esercizio della nuova infrastruttura in ottemperanza dei limiti normativi vigenti.

Il monitoraggio nella fase AO è volto a valutare e caratterizzare il clima acustico preesistente nelle aree oggetto di intervento. Gli esiti di tale monitoraggio AO fungono da riferimento per le successive misure da svolgersi in CO, che sono finalizzate a verificare l'eventuale disturbo indotto sui ricettori limitrofi alle aree di lavoro e a consentire un intervento tempestivo dell'Appaltatore con idonee misure di mitigazione. Inoltre, gli esiti del monitoraggio AO sono utili a verificare le modifiche intervenute sul clima acustico a seguito dell'entrata in esercizio dell'opera ferroviaria. Nella pratica, gli esiti del monitoraggio AO ed i limiti normativi sono presi a riferimento per valutare il contributo acustico derivante delle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera e determinare l'eventuale impatto sui recettori in esame.

Il monitoraggio di Corso d'Opera è finalizzato alla misura dei livelli di rumore prodotti dalle lavorazioni di cantiere e impattanti sui ricettori ubicati nelle aree limitrofi ai cantieri e, nel caso di superamenti dei limiti normativi (norme nazionali e/o locali), a consentire l'attuazione dei sistemi di mitigazione disponibili per ridurre l'impatto acustico delle sorgenti di rumore di cantiere.

Nella fase Post Operam il monitoraggio acustico è finalizzato alla misura dei livelli di rumore generati dal transito dei convogli ferroviari sulla nuova infrastruttura nel rispetto della normativa vigente.

7.7.2 Normativa

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);
- 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

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	66/75

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".

7.7.3 Siti

La dislocazione dei punti di monitoraggio 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 in corrispondenza delle aree più esposte.

La metodica di misura del rumore prevede il rilievo in postazioni di differente tipologia:

- RUC, per il monitoraggio delle attività di cantiere;
- RUL, per il monitoraggio del fronte avanzamento lavori;
- RUV, per il monitoraggio della viabilità di cantiere;
- RUF, per il monitoraggio dei transiti ferroviari.

Nel caso in esame, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare e del contesto territoriale dell'opera in progetto, sono previste tutte le tipologie di misura sopracitate.

Le simulazioni modellistiche effettuate nello studio acustico a corredo del presente progetto, restituiscono valori significativamente entro i limiti di legge; inoltre, riscontrata l'assenza pressoché totale di ricettori residenziali e/o sensibili, risultano del tutto superflui interventi antirumore. L'unico ricettore ritenuto da attenzionare nell'ambito dello studio acustico sopra detto (al quale si rimanda per i dettagli) è distante circa 250 metri dall'asse ferroviario. In corrispondenza di detto ricettore si prevede una postazione di monitoraggio RUF nel caso in cui si riscontrino, in fase AO, che si tratti effettivamente di un ricettore piuttosto che di un deposito attrezzi/rimessaggio; in quest'ultimo caso non si procederà con i rilievi. Le misure sono effettuate prima di realizzare eventuali interventi diretti, per validare le ipotesi fatte in fase di studio acustico.

Le postazioni RUC e RUL sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere e sono rispettivamente previsti in corrispondenza del cantiere DT03 e del fronte avanzamento lavori all'inizio della tratta ferroviaria. Oltre ai punti appena indicati, sono previste campagne di monitoraggio volte a valutare il rumore causato dal transito dei mezzi d'opera lungo la viabilità presso un punto RUV.

7.7.4 Parametri

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

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; 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).</p>
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

Tabella 17 – Parametri acustici oggetto di monitoraggio.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
	RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	68/75

In Tabella 17 sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico sono 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).

7.7.5 Metodiche e strumentazione

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (AO, CO e PO) 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.

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.

Le attività di monitoraggio sono documentate attraverso apposite schede, contenenti le seguenti indicazioni:

- localizzazione del punto di misura;
- codice del ricettore oggetto di monitoraggio, per come indicato nello studio acustico, e fascia di pertinenza acustica all'interno della quale questo è localizzato;
- fasce di pertinenza (infrastruttura principale e infrastrutture concorsuali) in cui ricade il ricettore;
- fase di monitoraggio (AO, CO, PO);
- tipologia di sorgenti rilevate;
- numero dei transiti di convogli ferroviari invalidati da altri fenomeni rumorosi, che, come richiesto dal DM 16/03/98 ai fini della validità del valore di LAeq,TR, non deve superare il 10% del numero complessivo dei transiti;
- dati metereologici;
- livelli misurati e relative elaborazioni;
- confronto con i limiti normativi di riferimento;
- nominativo del Tecnico competente che ha svolto le misure.

Le schede sono, inoltre, accompagnate dai certificati di taratura della strumentazione utilizzata.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 69/75

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato, si prevede di eseguire delle misure di 24 ore per le tipologie di punti RUC, RUL e RUF e misure settimanali per le postazioni RUV, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore.

In fase CO le misure di rumore non sono eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori monitorati.

7.7.6 Programmazione temporale

Le attività di monitoraggio della componente rumore sono previste in tutte le fasi AO, CO, PO come indicato in Tabella 18. L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" (RR1300D22P6MA0000001-4A).

Nel complesso si prevedono 4 postazioni di monitoraggio.

Punto	Fase	Frequenza	Durata
RUC01	AO	1 volta	24 h
	CO	trimestrale	24 h
RUL01	AO	1 volta	24 h
	CO	trimestrale	24 h
RUV01	AO	1 volta	7 gg
	CO	trimestrale	7 gg
RUF01	AO	1 volta	24 h
	PO	1 volta	24 h

Tabella 18 - Punti e frequenze di monitoraggio della componente rumore.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu					
	PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 70/75

7.8 AMBIENTE SOCIALE

7.8.1 Obiettivi

La motivazione principale della trattazione della componente Ambiente Sociale risiede in una concezione generale dell'opera da considerarsi non solo come un sistema tecnico ma anche come un sistema socioeconomico.

La valenza sociale è evidente quando si considera il concreto coinvolgimento di soggetti istituzionali, di gruppi più o meno strutturati e di vari attori sociali nei processi di decisione in merito alla realizzazione dell'opera. L'area di impatto del progetto non si configura soltanto come puro territorio fisico o come semplice insieme eco-sistemico ma anche come sistema sociale spaziale.

Una grande opera coinvolge non solo risorse fisiche ma anche risorse sociali, economiche e territoriali e si innesta in un tessuto socioculturale che condiziona destini individuali, progetti familiari, aggregazioni sociali e può influire sugli assetti di potere locali e perfino nazionali. Infatti, gli impatti sociali della realizzazione di una grande opera possono essere socio culturalmente differenziati e determinare una distribuzione non equa dei vantaggi e degli svantaggi indotti, generando diversi atteggiamenti, comportamenti (ad esempio consenso/dissenso) e opinioni, che risentono anche delle azioni dei produttori di opinione, quali: movimenti ambientalisti, mass media, leader d'opinione locali, gruppi economici, formazioni politiche, esperti.

In un'ottica siffatta, monitorare l'Ambiente Sociale significa rilevare, analizzare e spiegare i cambiamenti che si producono nelle principali variabili socioeconomiche e socioculturali, cogliere il sentiment dei cittadini, percepire e recepire tempestivamente i problemi che emergono.

7.8.2 Siti

I criteri di scelta delle aree dove eseguire le attività di monitoraggio dell'ambiente sociale tengono conto del numero di comuni interferiti dalla realizzazione dell'opera e della loro importanza in termini di assetto demografico e socioeconomico.

Nel caso in esame i comuni maggiormente interessati dalla realizzazione dell'opera sono Solarussa, Bauladu e Paulilatino.

7.8.3 Parametri

La lista delle componenti e dei parametri sociali su cui misurare gli effetti dipende dal tipo di progetto, così come dalle caratteristiche dell'area interessata. In termini generali, il seguente elenco di dimensioni sociali consente di individuare una serie di indicatori utili alla valutazione socioeconomico-culturale:

- popolazione: struttura (demografica) e dinamica;
- attività economiche: redditi, settori (agricoltura, industria, servizi, turismo);
- mercato del lavoro: livello e struttura occupazionale (influenze dirette e indirette del progetto);
- servizi e infrastrutture: sistema scolastico, sistema sanitario, assetti abitativi e urbanistici, strutture

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

ricreative e ricettive, infrastrutture di trasporto e di comunicazione;

- aspetti socioculturali: famiglie e reddito, stile e condizioni di vita.

7.8.4 Metodiche e strumentazione

Le metodologie per la valutazione di impatto sociale prevedono essenzialmente due tipi di indagini. La prima riguarda l'Analisi socioeconomico-culturale della popolazione nell'area interessata dal progetto, mentre la seconda valuta il Sentiment riguardo la realizzazione e l'opera stessa.

Tali metodologie sono focalizzate su un'analisi dell'assetto demografico e socioeconomico, oltre che culturale, della popolazione e sulla valutazione delle percezioni sociali e dei flussi di informazione veicolati dai media al fine di rilevare gli impatti e il grado di consenso al progetto.

In Tabella 19 sono riportate le principali attività da svolgere ai fini dell'analisi degli aspetti sociali.

INDAGINE	MACRO ATTIVITÀ	ATTIVITÀ
Analisi socioeconomico-culturale	Definizione dell'assetto demografico e socioeconomico	Acquisizione dati statistici per sezioni censuarie
		Acquisizione dati socioeconomici e immobiliari
		Elaborazione dati demografici
		Elaborazione dati socioeconomici
		Individuazione e caratterizzazione dei luoghi d'aggregazione e dei servizi sociali
		Individuazione e caratterizzazione delle destinazioni d'uso da PRG
		Redazione di elaborati grafici a carattere demografico, socioeconomico e urbanistico
		Individuazione delle tendenze evolutive demografiche, socioeconomiche e infrastrutturali in atto
	Finalizzazione dell'analisi	Definizione del bacino di utenza
		Individuazione delle categorie di stakeholders rappresentative
		Sceita degli indicatori
		Analisi dei dati demografici, socioeconomici e geografici e individuazione della caratterizzazione delle aree problema
		Redazione di elaborati grafici sulle criticità socioeconomiche
Valutazione del Sentiment	Predisposizione della campagna di monitoraggio in campo	Definizione di tecniche e metodologie di campionamento
		Approntamento modulistica e reportistica
		Definizione di tecniche e metodologie di interviste
		Definizione di tecniche e metodologie di campionamento
		Approntamento modulistica e reportistica
		Selezione mezzi di stampa rappresentativi
	Esecuzione campagne di monitoraggio	Effettuazione interviste dirette
		Effettuazione interviste via mail
		Effettuazione interviste via web (form on line)
		Rassegna stampa dei mezzi di comunicazione selezionati
		Redazione dei report periodici
		Caricamento banca dati

Tabella 19 - Tabella riassuntiva dell'analisi degli aspetti sociali.

Le attività di monitoraggio indicate possono essere suddivise in quattro distinti ambiti o settori:

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 72/75

- Desk Research;
- Social Media Monitoring;
- Analisi dei Media;
- Interviste agli Stakeholder.

L'Analisi socioeconomico-culturale rientra interamente nell'ambito della *Desk Research* con acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati di carattere demografico e socioeconomico. Gli indicatori utilizzati per la parte socio-economica sono:

- popolazione: sesso, età, livello di istruzione, professione, ambito lavorativo, fascia di reddito, abitudini di spostamento (distanza, tempo di percorrenza, mezzi di trasporto, frequenza);
- attività economiche: aziende (numero, dimensioni, specializzazione/settore, fatturato), strutture ricettive (numero, capienza, presenze);
- mercato del lavoro: livello e struttura occupazionale (popolazione attiva, occupati, disoccupati, ripartizioni per settore di attività);
- servizi e infrastrutture: sistema scolastico, sanitario, assetti abitativi e urbanistici, strutture ricreative e ricettive, infrastrutture di trasporto e di comunicazione;
- aspetti socio-culturali: tipologie famigliari, stile e condizioni di vita (mezzi di trasporto privato, abitazioni di proprietà/in affitto).

La valutazione del Sentiment prevede, invece, tutti e quattro gli ambiti illustrati sopra derivanti dalla Tabella 19 riassuntiva dell'analisi degli aspetti sociali.

La *Desk Research* per la valutazione del Sentiment consiste nell'analisi del contenuto di documenti, istanze, forum/blog, prodotti diffusi in area locale da singoli, gruppi di cittadini, associazioni, enti ed istituzioni. Le principali grandezze da registrare sono:

- data;
- emittente;
- destinatari;
- grado di consenso/dissenso;
- temi chiave positivi e negativi;
- bisogni e aspettative.

Il *Social Media Monitoring* prevede indagini su internet e social network, che costituiscono un mezzo di comunicazione sempre più importante, dove proponenti e oppositori a progetti e/o iniziative comunicano ed interagiscono con un numero elevato di utenti. Tale tipologia di indagine risulta più complessa di quella sui media cartacei, dove è possibile identificare indicatori chiari e quantitativi, tuttavia, essendo i social media uno strumento di orientamento dell'opinione pubblica e di comunicazione istituzionale, il loro monitoraggio è fondamentale per comprendere a fondo l'andamento del Sentiment delle comunità di riferimento.

È pertanto essenziale attivare dei meccanismi di social listening attraverso strumenti specifici ad oggi disponibili nel mercato della online research. Le principali grandezze da registrare sono:



VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA
Variante di Bauladu

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RR13	00	D 22 RG	MA 0000 001	A	73/75

- i dati demografici principali degli utenti (età, appartenenza territoriale);
- visualizzazioni/commenti sulle pagine social gestite da enti istituzionali, stakeholders e cittadini;
- numero di fan/followers delle suddette pagine;
- attività ed engagement degli utenti in relazione alla post performance: like, share, tweet, retweet;
- numero e tipologia di embeds/download di siti e contenuti pubblicati on line;
- tipologia di citazioni/tag per evidenziarne trend topic rilevanti;
- valutazione quali/quantitativa delle discussioni generate.

Questo percorso è necessario per valutare la online reputation (web e social reputation) del progetto e dei suoi proponenti all'interno delle comunità di riferimento. Per completare il processo di analisi è necessario dotarsi di una piattaforma di social & web analytics, utile per ricostruire le dinamiche di interazione e di attenzione degli utenti sui temi caldi dei progetti.

L'*Analisi dei Media* è rivolta da una parte alla stampa e dall'altra alla radio-televisione.

Relativamente alla stampa, le principali grandezze da registrare sono:

- importanza della testata sulla base degli indicatori di diffusione certificati da ADS notizie;
- rilievo del soggetto analizzato (principale, secondario, marginale);
- posizione dell'articolo nella pagina;
- caratteristiche della titolazione;
- lunghezza espressa in righe;
- colonne;
- presenza di foto e/o immagini;
- firma;
- tipologia dell'articolo (trafiletto, intervista, ecc.);
- valutazione del soggetto analizzato;
- argomenti;
- profilo di immagine;
- parole chiave positive e negative;
- mappa del grado di consenso/dissenso degli stakeholder.

Per quanto riguarda la radio-televisione, le principali grandezze da registrare sono:

- importanza dell'emittente sulla base dell'ascolto medio fornito da Auditel e Audiradio;
- rilievo del soggetto analizzato (citazione, servizio, presenza in studio, trasmissione dedicata);
- fascia oraria;
- durata del passaggio;
- registro (formale, informale);
- tipologia (informazione, intrattenimento, infotainment);
- linguaggio (per specialisti, per tutti);
- valutazione del soggetto analizzato;
- argomenti;
- profilo di immagine;
- parole chiave positive e negative;
- mappa del grado di consenso/dissenso degli stakeholder.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A	PAG. 74/75

Passaggio fondamentale ai fini del monitoraggio, è l'individuazione degli *Stakeholder* locali coinvolti, in qualità di rappresentanti di uno specifico ente/organismo/associazione, nella realizzazione del progetto. I principali protagonisti nella rilevazione sono come detto le comunità locali coinvolte dall'intervento di potenziamento ferroviario, indipendentemente dalla circostanza di fruire o meno del servizio di trasporto. Infatti, a prescindere dall'utilizzo o meno dell'infrastruttura, le popolazioni delle aree interessate dal progetto potrebbero riscontrare vantaggi e/o disagi associati alla realizzazione dell'opera stessa.

La selezione degli stakeholder prevede una cernita dei possibili soggetti interessati, attraverso la definizione degli ambiti entro cui individuare detti testimoni privilegiati.

Le *Interviste agli Stakeholder* consistono nella verifica dei bisogni e delle aspettative emerse dall'analisi dei Media e dalla Desk Research attraverso interviste a:

- privati cittadini;
- decisori politici;
- decisori economici;
- università ed enti di ricerca;
- sindacati;
- associazioni ambientalisti;
- associazioni dei pendolari;
- associazioni dei consumatori.

Le principali grandezze da registrare sono:

- dati dell'intervistato;
- conoscenza e giudizio sul progetto;
- aspettative e impatti sul territorio e sulla qualità della vita;
- punti di forza e di debolezza percepiti del progetto;
- prospettive sulle conseguenze economiche della realizzazione dell'opera.

Le modalità di somministrazione delle interviste si distinguono diversificando i canali di diffusione e cercando di ampliare quanto più possibile il numero di potenziali utenti:

- il questionario cartaceo messo a disposizione della popolazione in punti di distribuzione accuratamente scelti in base a specifici criteri tenendo in considerazione tanto la vicinanza con le aree di cantiere (per valutare la percezione degli stessi e i possibili impatti associati), quanto il bacino d'utenza potenziale che può accedere al questionario e per quest'ultima ragione sono da privilegiare luoghi pubblici e di incontro dell'area (bar, ristoranti, scuole, etc.);
- strumenti online per creare sondaggi/questionari. I questionari online sono strumenti di indagine semplici e veloci che possono essere diffusi tramite un link (via web, e-mail, social media). Questo approccio non permette di svolgere una prima selezione dei soggetti interessati, come invece accade con il questionario cartaceo attraverso la scelta dei punti di distribuzione, ma allo stesso tempo permette di avere una popolazione di intervistati più eterogenea e un più ampio il bacino di utenza.

Inoltre, il metodo dell'intervista ha il vantaggio di sensibilizzare i cittadini che, al momento della lettura del sondaggio, non conoscano il progetto, incentivandoli a informarsi sull'intervento e sulle lavorazioni.

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA Variante di Bauladu PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	COMMESSA RR13	LOTTO 00	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO MA 0000 001	REV. A

7.8.5 Programmazione temporale

Per la misurazione degli impatti mediante il confronto di indicatori "oggettivi" relativi ai diversi campi e/o settori in cui si manifestano gli effetti del progetto, durante la fase AO viene effettuata una ricognizione delle Baseline Conditions (così definite dagli studiosi "classici" del Social Impact Assessment), che consiste nell'analisi delle condizioni esistenti e delle tendenze passate relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto, tenendo conto che nella fase AO si sconta già un "effetto annuncio".

Come accennato in precedenza, nel caso in cui sia previsto il dibattito pubblico dell'opera è utile analizzare i quaderni con gli esiti di tale procedimento per identificare le questioni e gli aspetti che possono essere tenuti in considerazione nella valutazione in CO del Sentiment.

In fase AO vengono utilizzate tecniche di monitoraggio a basso impatto sul tessuto sociale volte a:

- costruire una mappatura dei punti di forza e dei punti di debolezza del progetto in area locale;
- individuare gli Stakeholder coinvolti nella realizzazione del progetto (enti locali, associazioni, cittadini, ecc.);
- elaborare i pareri espressi dagli utenti in rete mediante ricerche per "parole chiave" con l'utilizzo di software specifici delle fonti di informazione presenti sul web.

In questa fase il monitoraggio permette di:

- tarare le strategie di comunicazione, sia a livello di messaggi che di strumenti ed azioni;
- ottimizzare le strategie di relazione con le diverse tipologie di Stakeholder;
- individuare gli spazi della rete e le parole chiave riferite al progetto in esame, i principali influencer, le opinioni e il sentiment collettivo.

Successivamente, in CO e in fase di esercizio (PO), gli indicatori utilizzati sono applicati al fine di identificare le possibili deviazioni dalle azioni inizialmente programmate e gli impatti sociali parzialmente o del tutto non previsti.

In CO sono adottate metodologie con una maggiore visibilità in area locale. Viene monitorato l'andamento del Sentiment e delle percezioni collettive attraverso l'analisi dei contenuti espressi sui social e sul web relativamente agli aspetti connessi alla realizzazione dell'opera. In questa fase il monitoraggio assume la doppia valenza di rilevazione e action research, finalizzata a creare consenso e ad individuare eventuali interventi e/o azioni compensative.

Per quanto riguarda la valutazione del Sentiment si prevede di effettuare una prima ricognizione in fase AO, mentre in CO e PO sono previste delle verifiche con attività di *Social Media Monitoring/Analisi dei Media* e *Interviste agli Stakeholder*.

Tutti i dati raccolti nell'ambito delle attività di monitoraggio sono analizzati in maniera organica al fine di valutare l'evoluzione socio-economico-culturale che si verifica nell'area di intervento.

	AO	CO	PO
Analisi socioeconomica-culturale	1 indagine		
Valutazione del Sentiment	1 indagine	1 indagine	1 indagine

Tabella 20 - Programmazione temporale del monitoraggio.